...NDO PIZZOFALCONE

NAZIONALE
B. Prov.
9
229
NAPOLI
BIBLIOTECA
VITT. EM. II

BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio XX
Palchetto D
Num.° d' ordine 27 9866 III

616069

OPERE

DEL CONTE

JACOPO RICCATI

NOBILE TREVIGIANO

Tomo Secondo.

IN LUCCA MDCCLXII.

APPRESSO JACOPO GIUSTI.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Digitized by Google

DEI PRINCIPJ,
E DEI METODI
DELLA FISICA.

Digitized by Google

PREFAZIONE
DELL' EDITORE.

MAraviglioſa coſa ſi è, che in un Secolo tanto illuminato, nel quale parecchi Matematici di prima sferà anno ſcritto degli eccellenti Trattati di Fiſica, il Co: Jacopo ſia ſtato il primo, ch'abbia di propoſito verſato intorno ai Principj, ed ai Metodi, ch' aprono l'adito ad una Scienza così ſublime. Concepì egli l'utiliſſima idea nel meſe di Settembre dell'anno 1739, ed avendola il Co: Giordano ſuo Figlio comunicata al Fratello Padre Vincenzo della Compagnìa di Gesù, l'applaudì ſommamente, ed in cotal guiſa s'eſpreſſe. „ Dell'intrapreſa, a cui mi dite aver il Sig.r noſtro „Padre già poſta mano, io ho preſo molto piacere; percioc„chè la giudico utile, e neceſſaria: neceſsaria, perchè i Filo„ſofi e di quà, e di là dai monti ſi perſuadono per la mag„gior parte di battere il buon ſentiero, mentre non fanno „altro, che fabbricare o ſopra qualche immaginazione d' un „uomo di credito, o ſopra qualche ipoteſi, che in qualche „maniera ſia valevole a ſpiegare parecchi eſperimenti, che „anno in veduta: utile, perchè ſpero, che in eſſa ſi additerà „a quale ſcopo diriggere ſi debbano gli eſperimenti, e le me„ditazioni per avanzare quelle cognizioni, che abbiamo, e

„di-

„ diſcoprire nuove verità inſuperabili a chi è ſtato avanti di „ noi „. Inanimito vie più il noſtro Autore continuò con maggior calore l'opera incominciata, e per il corſo di dodici anni impiegò intorno ad eſſa i ſuoi ſtudj.

In queſto ſpazio per altro interruppe più volte il lavoro, e perchè ſeguì a coltivare la corriſpondenza co' Letterati ſuoi amici, e particolarmente col celebre Sig.r Michele Lazzari in materia di erudizione; e perchè l'anno 1743. compoſe alcune Rifleſsioni fiſiche intorno l'anima unita al corpo, e l'anno 1747. la Tragedia del Baldaſſare, che ſi ſtamperanno nel quarto Tomo; e perchè finalmente dal 1745. ſino al 1748. ſi occupò tratto tratto ad eſaminare il Tomo ſecondo allora non ancor pubblicato delle Inſtituzioni Analitiche della rinomatiſsima Sig.ra Co: D. Maria Gaetana Agneſi, che gli avea di ciò fatta iſtanza. Molta diſtrazione pure gli recarono varj ſucceſſi alla ſua Famiglia ſpettanti; imperciocchè eſſendo paſſato a miglior vita li 18. Marzo 1744. nella immatura età d'anni 22. il Co: Agoſtino ſuo minor Figliuolo, che avea deſtinato a dar ſucceſſione alla Caſa, raſſerenato dopo qualche meſe il dolore d'una tal perdita, preſe riſoluzione d'ammogliare il Co: Franceſco, il quale l'anno ſeguente ſi congiunſe in matrimonio con Margherita Eleonora Figlia del Co: Franceſco Moniaco di Valvaſone, e di Argentina de' Marcheſi Ridolfi di Firenze.

Non ſo preciſamente quando il Co: Jacopo ripigliaſse l'Opera intralaſciata, inſegnandomi ſolo una lettera della lodata Conteſſa Agneſi in data de' 20. Marzo 1748., che in quel tempo era inteſo a far uſo delle ſue ſcoperte aſtronomiche, recandole in eſempio del metodo, per cui ſi traducono i fenomeni fiſici alle appropriate ragioni geometriche. Rendendoſi frattanto ſempre più gravi le invecchiate indiſpoſizioni della Conteſſa Eliſabetta d'Onigo ſua Moglie, non gli laſciarono queſte chetamente continuare le geniali ſue applicazioni

ni, le quali reſtarono totalmente intermeſſe per la graviſſima perdita, ch' ei ne fece il terzo giorno d' Ottobre dell' anno 1749., dopo aver paſſati unito ad eſſa 53. anni con perfetta concordia. In tale lagrimevole incontro ſperimentò ſommamente profittevoli le maſſime di filoſofica criſtiana morale, che aveva ſempremai coltivate colla mente, e coll' opere. Superato l' empito del giuſto dolore, per paſſare con intera tranquillità il reſtante de' giorni ſuoi, ſcriſſe il teſtamento di propria mano, ed a' 13. di Dicembre dell' anno ſteſſo a Trivigi ſi tramutò.

Non ſi può credere quanto abbia ſcritto ne' quattro anni, ed altrettanti meſi, che gli rimaſer di vita. Rivolto incontanente l' animo all' Opera, di cui parlo, incominciò dal premetterle una dotta Prefazione, in cui dopo aver narrato ſuccintamente la diviſione in tre libri, ed il loro argomento, trattando il primo de' principj generali, il ſecondo de' particolari, ed il terzo dei metodi della Fiſica, ſi fa ſtrada ad aſſegnare le chiare note, che diſtinguono la verità dalla falſità, e dalla veroſimiglianza. In meno di due anni, cioè a dire ſino al Settembre del 1751. riduſse i due primi libri a buon grado di perfezione, riformando quà, e là varj capitoli, ed aggiungendone molti. Non diſſimulerò frattanto, che ſe gli aveſſe ſottopoſti all' ultima lima, avrebbe in eſſi fatto delle notabili mutazioni, ed accreſcimenti. Di molto maggior lavoro aveva il libro terzo biſogno, e già s' era accinto all' impreſa, modificando il capitolo delle ipoteſi, e componendone di nuovo due intorno gli eſperimenti, ed il loro buon uſo. Se non che eſſendogli ſorta nella feconda mente l' idea di ſtendere alquante Diſſertazioni, colle quali avea in animo di dare un Saggio intorno il Siſtema dell' Univerſo, concepì tale amore per queſto ultimo parto dell' ingegno ſuo, che creſcendogli maſſimamente la materia tra mano, poſe in un totale abbandono i Principj, ed i Metodi della Fiſica. Rima-

ſe

ſe adunque il terzo libro imperfetto, non eſsendo compiuto il capitolo nono, potendoſi ragionevolmente ſoſpettare, che in più d'uno non ſia la materia interamente eſaurita, e non trovandoſi fatta menzione, o appena accennandoſi alcuni metodi, ai quali ſappiamo, che aveva il ſuo capitolo deſtinato. Nomina ſoltanto il metodo della Eſcluſione nel capitolo undecimo, ove tratta delle Ipoteſi; e del metodo dei Limiti ſommamente alla Fiſica profittevole ne dà un ſemplice tocco nel capitolo ottavo. Ma d'un tal metodo ne ha parlato l'Autore nell'annotazione al capitolo ſeſto del primo libro del Saggio, e quindi le coſe ivi ſcritte poſſono ſupplire alla preſente mancanza.

Introduſse il Co: Jacopo in queſta ſua Opera parecchie ſpecolazioni anteriori di tempo all'anno 1739., in cui diede ad eſſa cominciamento. Verſo l'anno 1736. coll'occaſione, che il Co: Giordano ſuo Figlio attendeva a perfezionare la teorica dei muſici temperamenti, fece la bella, ed originale ſcoperta, che l'univerſalità delle coſe da un ſiſtema temperato vien regolata. Su tale argomento è fondato il capitolo quarto del Libro ſecondo, come altresì il capitolo primo del Saggio intorno il Siſtema dell'Univerſo; eſsendo per altro nei luoghi citati la ſteſſa materia trattata con metodo diverſo, e con varietà di penſamenti, e di rifleſſioni.

La ſoluzione d'un dubbio dal chiariſſimo Padre D. Ramiro Rampinelli al noſtro Autore richieſta li 5. di Gennajo dell'anno 1729. gli diede motivo d'internarſi nella teorica della comunicazione dei moti. Si maravigliava il nominato Padre come i Leibniziani, ed i Carteſiani dalle diverſe leggi, onde miſurano le forze vive, ne deduceſſero gli ſteſſi canoni, che alla comunicazione dei movimenti ſervon di regola. Poſtoſi il Co: Jacopo a meditare ſu cotal punto, gli venne fatto di afferrare un metodo, col mezzo del quale pervenne alle note leggi della comunicazione dei moti fra i corpi molli ſen-

za

za adottare qualsivoglia massima, che da taluna delle filosofiche Sette gli potesse essere contrastata.

Inoltrandosi poscia ne' suoi divisamenti, gli si aprì l'adito a dimostrare l'importantissima verità, che i canoni fondamentali, e secondarj, che prescrivono le regole ai moti comunicati, alle forze vive, e morte, ed alle continuamente applicate, ed in una parola, che le leggi dinamiche non sono di scelta, ma di precisa inalterabile necessità.

Dappoichè gli riuscì di provare non esser possibile qualunque altra legge di forze vive, trattane la scoperta dal Leibnizio, proseguì l'intrapreso cammino, e se ne servì nell'investigare le comunicazioni dei movimenti tra i corpi di squisita virtù di molla forniti. Per soddisfare al quisito prese in prestanza un elegante artificio dall'acutissimo Sig.r Jacopo Ermanno, che lo condusse speditamente alla meta.

Quantunque provate necessarie le leggi, che dirigono la comunicazione del moto fra i corpi molli, non possa mettersi in dubbio, che necessarie parimente non sieno quelle, che riguardano i corpi elastici; pure stimò espediente l'Autore di accomodare il metodo, che avea posto in opera, alla supposizione, che la forza viva d'un corpo in moto sia in ragione composta, semplice delle masse, e moltiplicata delle celerità. Per questa strada ottenne felicemente di scoprire i fisici assurdi, che portano seco tutti quei canoni di forze vive, nei quali l'esponente della velocità ad un numero impari s'eguaglia.

Le cose, che in riguardo alla comunicazione dei moti ho esposte succintamente, gli somministrarono la materia per formare i quattro ultimi capitoli del libro secondo.

Altri peregrini pensieri coltivò pure il Co: Jacopo intorno la comunicazione dei movimenti, i quali sono contenuti in due dissertazioni, che si leggeranno nel terzo Tomo, riserbandomi di farne a suo luogo opportunamente parola.

INDICE
DEI LIBRI, E DE' CAPITOLI.

INTRODUZIONE.

LIBRO PRIMO.

De' Principj Generali della Fisica.

PREFAZIONE.

CAP. I.

Della Fisica in generale.

CAP. II.

D' un Assioma comune a tutti gli antichi Fisici.

CAP. III.

Del possibile, e dell' impossibile.

CAP. IV.

Proseguimento del soggetto intorno al possibile, ed impossibile.

CAP. V.

Dell' Indifferenza.

CAP. VI.

Della proporzione fra le cagioni, e gli effetti.

CAP. VII.

De' Principj Newtoniani.

CAP. VIII.

Della terza Legge Newtoniana.

CAP. IX.

Si proſeguiſce il ſoggetto delle azioni, e delle reazioni.

CAP. X.

D'alcuni Principj Leibniziani.

CAP. XI.

Della Continuità, e dell' Indiſcernevole.

CAP. XII.

Della Semplicità.

CAP. XIII.

Della ſcelta dell'Ottimo.

CAP. XIV.

Dell' Uniformità.

CAP. XV.

Proſeguimento della ſteſſa materia intorno il principio dell' Uniformità.

CAP. XVI.

Della Probabilità.

CAP. XVII.

Si proſeguiſce il diſcorſo della Probabilità.

CAP. XVIII.

Dell' uſo della Probabilità.

CAP. XIX.

Delle cauſe finali.

CAP.

CAP. XX.

Dell' Induzione.

CAP. XXI.

Dell' Analogia.

CAP. XXII.

Delle tre regole Newtoniane.

LIBRO SECONDO.

Dei Principj particolari della Fisica.

CAP. I.

Qual cosa sia la materia.

CAP. II.

Della divisibilità della materia.

CAP. III.

Che non perviene fino al punto la divisibilità della materia.

CAP. IV.

Che l' universalità delle cose è regolata da un sistema temperato.

CAP. V.

Dell' impenetrabilità, e dell' inerzia della materia.

CAP. VI.

Si continua a ragionar dell' inerzia.

CAP. VII.

Della durezza.

C A P. VIII.

Esami delle sentenze de' Fisici intorno la durezza.

C A P. IX.

Della natura, e della consistenza de' primordiali elementi.

C A P. X.

Del vacuo.

C A XI.

Della velocità.

C A P. XII.

Si prosegue a discorrere della velocità.

C A P. XIII.

Delle potenze, e delle azioni.

C A P. XIV.

Degli equilibrj.

C A P. XV.

Della composizione, e della risoluzione delle potenze.

C A P. XVI.

Si prosegnisce a parlare della composizione, e della risoluzione delle potenze.

C A P. XVII.

Della conservazione della forza.

C A P. XVIII.

Della comunicazione del moto fra i corpi molli.

C A P.

CAP. XIX.

Si proseguisce a parlare della comunicazione del moto fra i corpi molli, e si prova, che le leggi in essa dalla natura impiegate non sono di scelta, ma di necessità.

CAP. XX.

Della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elastici.

CAP. XXI.

Si esamina se con altre leggi sia possibile la comunicazione del moto tra i corpi elastici.

LIBRO TERZO.

Dei Metodi della Fisica.

CAP. I.

Dei Metodi degli Antichi.

CAP. II.

Dell' Analisi.

CAP. III.

Della Sintesi.

CAP. IV.

Degli sperimenti.

CAP. V.

Del buon uso degli esperimenti.

CAP. VI.

Della deduzione all' assurdo.

C A P. VII.

Dell' applicazione della Geometria, e dell' Analisi alla Fisica.

C A P. VIII.

Degli elementi, ch' entrano ne' producimenti degli effetti naturali.

C A P. IX.

Proseguimento della medesima materia.

C A P. X.

Del metodo, per cui si traducono i fenomeni fisici alle appropriate ragioni geometriche.

C A P. XI.

Delle Ipotesi.

P R E-

PREFAZIONE.

AVendo io a porre in fronte di queſta mia Opera una prefazione non ſeguiterò lo ſtile comune di riſtrignere in compendio tutto ciò, che in eſſa contienſi. L'ordine, ed i titoli de' capi ſoddisfaranno alla curioſità de' Lettori: ed è pur troppo invalſo il coſtume, che molti, i quali fanno profeſſione di Letterati, in vece di leggere attentamente i Volumi, che alla giornata eſcono alla luce, ſi compiacciono di dare una ſcorſa ai preamboli, ed agli eſtratti, che compariſcono ne' Giornali. Sappiaſi, che io prendo di mira la Fiſica, ſcienza oltremodo ſublime, e difficile, e mi accingo ad eſaminare i principj, ſu cui ſi fonda, ed i metodi, de' quali ſi ſerve. Il mio Trattato è partito in tre libri: nel primo ragiono de' principj generali, che atteſa la loro vaſta eſtenſione, frequentiſſimamente vengono ad uſo: nel ſecondo de' particolari, i quali, ſiccome tanti luoghi riſoluti, ſtanno di mezzo tra le maſſime elementari, e le ſpeciali quiſtioni: nel terzo metto in conſiderazione i varj metodi, che ci ſanno ſcorta nelle naturali ricerche. Sopra tutto bramerei, che que' Valentuomini, i quali ſi mantengono immuni dall' opinare, e dai pregiudicj di qualunque Filoſofica Setta vecchia, o moderna, ſe mai capitaſſero loro anzi gli occhj le mie fievoli meditazioni, ſi fermaſſero alquanto ad eſaminare una mia novella ſcoperta: ed è, che nella ſtruttura del preſente Univerſo l'Autore Sapientiſſimo della Natura ha preſcelto un Siſtema temperato per cui non eſcono dai confini del finito, nè la quantità, nè la diviſione della Materia. Se io mi ſono ben appoſto, la Fiſica piglia un miglior aſpetto, e ſe per avventura m'ingano, ho piacere d'eſſer tratto d'errore.

Quì la mia prefazione ſarebbe compiuta ; ſe non che diviſando io di non dilungarmi, per quanto poſſono le mie forze, dalla Verità; egli è d'uopo, che la dipinga coi colori vivi, che all'intelletto la rendon viſibile, ed aſſegni le chiare note, che la diſtinguono dalla falſità, e dalla veroſimiglianza: altrimenti o il Lettore reſterebbe irreſoluto, e ſoſpeſo tra il certo, ed il probabile; o pure dovrei di tempo in tempo volgermi indietro, e moſtrare a dito le prime ſorgenti del vero. Per liberarmi dagli epiſodj, e continuare i miei viaggi ſenza interrompimenti, ho meco ſteſſo diliberato di poggiare fino all'origine delle idee, e d'internarmi ne' principj fermi, ed incontraſtabili dell'umano ſapere, e maſſime in quelli, che più da vicino alla ſcienza della Natura appartengono. Così procurerò, ſe pure mi verrà fatto, di ſgombrare dalle menti altrui la denſa nebbia delle perpleſſità, che tratto tratto le offuſca, e bene ſpeſſo le accieca.

I.

Convengono unanimamente i Filoſofi, che la Verità, in quanto limpida, e chiara è conceputa dagli uomini, non vada mai diſgiunta dalla certezza, nè tampoco da qualche ſorta di evidenza. Accaderà ſovente, che taluno o a caſo, o moſſo da un ſorte indizio proferiſca una propoſizione in ſe ſteſſa vera, ma ſiccome apertamente vera da lui non per anco conoſciuta; perchè non ha lume baſtante per dileguare ogni ombra di dubbietà. Di due aſſerzioni direttamente contraddittorie una ſi è neceſſariamente vera, e l'altra falſa; e pure quante volte interviene, che ſtando l'intelletto in bilancia, non può porgere nè all'una, nè all'altra un ſicuro aſſenſo. E ſe per avventura pigliamo il partito di determinarci, non ſi genera in noi la Scienza, ma l'opinione, che ora ſi accoppia col vero, ed ora col falſo.

Conone Matematico Egizio famoſo per aver aggiunta alle ſtelle fiſſe una novella coſtellazione, e per aver collocata in Cielo la chioma di Berenice, ſi credette, e ſi appoſe al vero, che l'area d'un cerchio foſſe uguale a quella d'un triangolo rettangolo, il quale aveſſe per baſe la periferia, e per cateto il raggio del medeſimo circolo. I Geometri, che delle conghietture più plauſibili appagarſi non ſogliono, anno tenuto in ſoſpeſo il loro giudizio fin a tanto che il Siracuſano Archimede, trovato l'artifizio di combinare il retto col curvo, ha ſollevato con una rigoroſa dimoſtrazione il premeſſo Teorema ad un grado incontraſtabile di evidenza.

II.

II.

Non ſi vuol negare, che alle volte ſiamo affaſcinati da una evidenza ſpuria, e bugiarda, che ci ſi preſenta ſotto l'aſpetto di verità, per guiſa, che con tutta l'attenzione, che vi ſi adopra, non arriva la mente a ſpogliarſi de' pregiudicj, e ſugli obbietti de' noſtri diviſamenti un lume falſo ſi ſpande, che in iſcambio di riſchiararci, ci abbaglia. I Matematici ſteſſi cadono ſovente in paralogiſmi, e ne abbiamo frequenti gli eſempli; inſinuandoſi di ſoppiatto gli sbagli, e gli equivoci velati da dimoſtrazioni apparenti, che ſi reputano legittime, ed invincibili. Nelle altre diſcipline poi, e particolarmente nella Fiſica, dove maggiormente ſignoreggia l'incertezza, ſono aſſai più ſparſi gli errori, e di più lunga durata; a tal che ad ogni paſſo s' incontrano perpleſſità, e ſorgono diſpareri, e contraſti, i quali dovrebbero ammonirci della noſtra debolezza, e tener in freno le noſtre precipitate deciſioni.

Concioſſiacoſachè ai giorni noſtri tutto cammina alla foggia, ſi è introdotta una nuova maniera di filoſofare, e molti ſi luſingano di non diſcoſtarſi mai dalla Verità, quantunque volte procedono per via di lemmi, di teoremi, di corollarj, e di ſcolj; ovvero ſi vagliono delle note, e dell' equazioni dell'Algebra. Il metodo geometrico, ed analitico è bello, e buono, ma frequentemente ſi pecca nell'applicarlo; imperocchè non ſempre ci va fatto di aſſociarlo colla certezza, e colla evidenza, e le propoſizioni, che ſi tenta di ſtabilire, non dipendono in conto alcuno dal modo artificioſo, con cui ſi propongono, ma bensì dalla chiarezza de' principj, e dal vigore dei raziocinj. Io ne deſumo la prova dall' oſſervare, che parecchj Autori, cui piace di battere queſta ſtrada, vanno bene ſpeſſo a terminare, non dove guidarli dovrebbe il filo di un retto diſcorſo; ma piuttoſto verſo dove ſono ſpinti dalle loro invecchiate preoccupazioni.

Me ne ſomminiſtra l'eſempio il celebratiſſimo Criſtiano VVolfio, il quale con una ſpezie di macchina filoſofica atta a ſciogliere ogni nodo, dopo un grande apparato di coſe, e dopo una farragine d'illazioni, ricade ſempre mai nelle ſentenze Leibiniziane: quaſi che il Leibinizio, uomo per altro ſommo, cui pochiſſimi ſtanno a petto, foſſe dotato del pregio della infallibilità.

Anche i Peripatetici incamminati per un diverso sentiero, ed avidamente abbracciando

Quicquid Aristoteles partitus membra loquendi
Argumentoris dat retia syllogismis,

giusta l'espressione di Sidonio Apollinare, si sono inutilmente perduti dietro i modi di sillogizzare con detrimento delle Scienze; conciossiachè rado si sbaglia nella forma degli argomenti, e spesso nella materia.

III.

Dalle accennate ambiguità an preso coraggio i nuovi Accademici di negare i criterj del vero, e del falso, ammettendo soltanto quelli, per cui si discerne il più dal manco probabile: sebbene Pirrone parlando coerentemente alle massime fondamentali della Setta, mal tollerava il partito di mezzo, ed escludeva i gradi della maggiore, e minor verisimilitudine. Cicerone era un valente Settico, e per sua propria confessione un grande Opinatore: per la qual cosa diceva, che non c'è stravaganza, che a qualche Filosofante non fosse caduta in pensiero, e che col ragionarci sopra, e col volgerla da tutti i lati, non si rendesse probabile.

Passo a considerare qualmente su i caratteri del vero siansi adoperati i Dogmatici. Alcuni d'essi come i Geometri, non si sono nè punto, nè poco assunto l'impaccio d'internarsi nell'astruso soggetto, e nulla badando alle gavillazioni di Sesto Empirico, sicuri di afferrare la verità an trascurato d'indagarne la recondita origine. Erano internamente convinti, a cagion d'esempio, che il tutto è maggiore della sua parte; che la linea retta è la più breve, che fra punto, e punto condur si possa, e che gli angoli di un triangolo sono eguali a due retti. A che pro dunque logorarsi il cervello per sapere, da quai più remoti principj derivi la verità degli assiomi, e de'teoremi, a cui senz'altra perquisizione si porge indubitabile assenso? Un acuto moderno Logico riputava una vanità l'andar in traccia delle note dell'evidenza, e della certezza; perchè, diceva egli, sarebbe di mestieri lo scoprire una evidenza più evidente dell'evidenza medesima, ed una certezza più certa della stessa certezza: lo che secondo lui era un manifestissimo assurdo. Ciò non ostante gioverà tentare il guado;

do; imperocchè importa assai l'intendere con sicurezza, in che guisa, e per quai gradi la Scienza umana poggi al sommo della perspicuità.

IV.

Diogene Laerzio, e la Storia filosofica dell'Inglese Stanlei ci daranno la notizia di tutto ciò, che su questo punto an saputo dire i più rinomati Maestri dell'Antichità, e massimamente gli Stoici del vero, e del verisimile diligentissimi investigatori. Non si vuole però lasciar a dietro Epicuro, il quale nella sua Canonica propose i tre famosi criterj della Verità, cioè senso, anticipazione, e passione, assegnandone le regole, che quantunque non colpiscano esattamente nel segno, non sono però da negligersi. Dopo i vecchj compariscono i recenti filosofi.

Renato Cartesio colla sua scuola camminando sull'orme impresse da Platone, collocò l'evidenza nelle Idee, che all'anima sono presenti, e volle, che senza alcuna esitazione si reputi per vero tutto ciò, che nelle idee chiaramente appariscе, e per così dire riluce. Si rifletta però, che ogni idea, immagine di qualche obbietto, non è sempre limpida, e distinta ugualmente. Ce ne sono delle torbide, delle confuse, delle false, ed anche delle ripugnanti. Per la qual cosa fa d'uopo purgarle; avvengadiochè dai loro difetti, e dal mal uso, che se ne fa, nascono gl'innumerabili errori, che tutto dì si commettono. Convien dunque aggiungere criterio a criterio, e non fidarsi delle nostre idee, se prima non sono benissimo rettificate, e quello che più rileva, sostenute dalle note di una palese, ed incontrastabile possibilità: poscia si può con franchezza far transito alle conseguenze, che da esse immediatamente fluiscono, lungi da ogni sospetto d'inciamparè in paralogismi.

Il Padre Malebranche Autore del libro intitolato la ricerca della verità, conobbe la mancanza del principio Cartesiano, e s'ingegnò di ridurlo a dovere. Adottando per tanto la sentenza di S. Agostino, pensava, che essendo una cosa medesima con Dio la prima incommutabile verità; da questo unico sonte la secondaria, e partecipata si diramasse. Intanto dunque la mente umana è capace del vero, e quasi dirci il sente, e l'abbraccia, in quanto non cava già dal proprio sondo le idee, o le riceve dai sensi, lo che il nostro Metasisico giudicava onninamente impossibile; ma in quanto le cose coi loro attributi si vedono in Dio, e nelle divine idee si contemplano. La mia fiacchezza non sa tener dietro ad un volo

oltre

oltre ogni credere ardito, il quale non guidandomi alla meta, a cui è diretto, in vece di mettermi in calma, mi riempie di nuove inquietudini.

Ed in fatti se io strettamente unito colla sapienza infinita, mi sollevo a mirare in Lei, come in uno specchio, le immagini limpidissime degli oggetti, che di tempo in tempo mi si offeriscono; dimando donde avvenga, che bene spesso il vero col falso io confonda, ed in errori puerili tal fiata precipiti? La colpa certamente non vien da Dio, e nè meno dalle idee pure, ch'Egli benignamente mi offerisce. Il mio intelletto si è dunque quello, che le disguisa, e le deturpa, e gittandoci sopra un denso velo d'inganni, in modo strano le offusca. Quinci sa mestieri, che io vegli sopra me stesso, ed impari con replicate avvertenze ad isgombrare l'oscurità, e la confusione. Deggio distinguere quelle, nelle quali risplende un raggio di Verità, che mi appaga, e che mi convince, dalle altre in cui si ravvisa appena un qualche barlume di verisimiglianza, che in falsità facilmente degenera. Dato, e non conceduto, che si avesse ad accettare per buona la sentenza del P. Malebranche, dagli uomini dotti, ed in ispecie dal celebre Loke gagliardamente impugnata, sarebbe inutile il valersene in via di criterio fondamentale del vero. Chi non si accorge, che siamo sempre da capo, e che per purificare le nostre idee, onde si discorra colla debita circospezione, altri segni più immediati, ed altri canoni più palesi ci si richiedeno.

V.

E'ormai tempo dopo le premesse necessarie digressioni di entrar in materia. E se mi riesce di stabilire i principj prossimi delle umane cognizioni talmente esatti, ed evidenti, che l'esitarne, o il negarli sia lo stesso, che dubitare della nostra propria esistenza, e rinnegar noi medesimi; parmi, che si dovessero sopire le ostinate contese dei Dogmatici, e dileguarsi in nulla, come sogni d'infermi, i paradossi degl' Idealisti, e de'Scettici.

Prima d'ogni altra cosa conviene accuratamente distinguere la certezza dall' evidenza, ambo criterj infallibili delle Scienze; conciossiachè tutto ciò, ch'è evidente, del pari è certo; ma tutto ciò, ch'è certo, non è del pari evidente. Innumerabili sono le naturali apparenze, che non si ponno rivocare in dubbio, delle quali non abbiamo una chiara conicezza; avvegnachè non ci è nota la loro genesi, nè tampoco il lor meccanismo.

A di-

A dilucidar queſto punto importante verranno in progreſſo a ſeſta gli eſempj. Intanto io dico, che la certezza proviene principalmente dalla conſcienza, e dai ſenſi; e che ſecondariamente dalle idee, e dai raziocinj naſce l'evidenza. Quinci le noſtre cognizioni progrediſcono di grado in grado. La prima originale certezza ſta nelle intime percezioni, che in noi ſi ſentono. Succedono gli atti rifleſsi, che ſugl' interni ſentimenti unicamente ſi fondano; indi provengono le idee, che da eſſi nette, e purificate immediatamente ſi cavano. Per ultimo paſſo paſſo procedono i giudizj, i diſcorſi, ed i metodi, per cui le idee ſi eſtendono, e ſi combinano; in guiſa che s'amplia la sfera del ſapere, fin dove ad un intelletto limitato di pervenire è conceſſo.

VI.

Sia taluno tormentato da quella cocente paſſione, che ſi noma dolore. La coſcienza lo ammoniſce del ſuo miſerabile ſtato, e non ſi può dare in eſſo lui maggior certezza, quanto il ſaper di patire nel tempo ſteſſo, ch'egli patiſce; perchè ſe non ſi accorgeſſe di dolerſi, certamente non ſoffrirebbe il dolore. Per non diſputare intorno il vocabolo, ſe così piace, chiamiſi queſta evidenza, ma ſoltanto evidenza di ſenſazione, e di eſperimento, che certo, e conſapevole rende coſtui di ciò, che prova attualmente. Per altro della ſua moleſta affezione, e delle ſuſſeguenti, che formano una ſerie nojoſa di ſentimenti analoghi, ſebbene in parte diverſi, egli ha una ſcienza imperfetta, o per dir meglio non ha vera ſcienza; atteſo maſſimamente che la ſua eſperimental cognizione manca della neceſſaria perſpicuità.

Ed in fatto del ſuo dolore non ſa più oltre, ſalvo che non è piacere, non indolenza, nè qualunque altra interior modificazione; ma vero, e reale dolore. In queſto mentre non intende guari, in qual maniera ſi generi, e vada ricreſcendo, e ſcemando, nè come da ſe ſvaniſca; a tal che non è in ſua balía il liberarſene. Ci vuol molto a capire in che conſiſta il dolore, ed i Fiſici tuttavia ne ſono all'oſcuro: e ſe per ſorta conoſce, lo che ſpeſſe fiate non arriva a conoſcere, che lo ſpaſimo provenga dalla leſione del corpo, per eſempio da una ſpina, che gli punga la mano, è tanto lontana l'analogia fra la cauſa, e l'effetto, che non ne comprende la conneſsione Sin quì la certezza non cammina di conſerva coll'evidenza; imperciocchè altra coſa è il ſentire una modificazione, che

ſiede

ſiede in noi ſenza ſepararſi da noi, e che per eſſer preſente, ed immedeſimata con noi ſi rende ſenſibile, ed altra il contemplare un obbietto, che per lo più ſuſſiſte fuori di noi, e dalla ſua immagine, o vogliam dirla idea, ci viene rappreſentato.

VII.

Le Idee da una conſcienza, che riflette ſopra ſe ſteſſa, traggono infallibilmente l'origine: e ſiccome non ſi può dubitare della certezza delle intime affezioni, nè degli atti rifleſſi, che le accompagnano; così un pari grado di certezza ſi comunica alle idee, che dalle predette percezioni immediatamente derivano. Di conſeguenza poi nelle medeſime idee primigenie ſi ravviſa perſpicuità, ed evidenza, ch'è la baſe, ed il criterio d'irrefragabile verità. In qual modo dagl'interiori ſentimenti, prima alle rifleſsioni, indi alle idee ſi faccia tranſito, gioverà il darne qualche ſaggio.

Ciaſcheduno eſperimenta in ſe ſteſſo, e ſe ne avvede col riflettere ſopra ſe medeſimo, che non ſoggiace ſempre ad una ſola affezione. Continuamente paſſa di ſtato a ſtato: ora ſi rattriſta, ed ora ſi rallegra; ora è dominato da una perturbazione, ed ora dalla contraria. Ama, ed odia; vuole, e non vuole; aſſente, e diſſente, e così vadaſi diſcorrendo intorno la moltitudine innumerabile delle percezioni, a cui gli uomini in varie circoſtanze ſi rinvengono ſottopoſti.

Eppure ſe io rivolgo il penſiero alle ſucceſſive mutazioni, la mia conſcienza mi detta, che io ſon quel deſſo, e che in un' altra conſcienza non mi trasformo. M'inoltro paſſo paſſo, e preſcidendo da ciò, che c'è di particolare, e di determinato ne' miei diviſamenti, li riduco alla generalità, e fra me rifletto, e dico; dunque un medeſimo ſubbietto, ſenza eſſenzialmente diverſificarſi, riceve in ſe differentiſsime alterazioni; dunque benchè il ſoggetto privo di qualſiſia modificazione non poſſa ſuſsiſtere, non è però neceſſario, che ſoſtenti piuttoſto o queſta, o quella, delle quali ugualmente è capace: E' ben indiſpenſabile, che qualunque modificazione, la quale non può ſtare da ſe, e per così eſprimermi ſolitaria, al ſuo ſubbietto ſi appoggi. Ed ecco con qual progreſſo di avvertenze, parte dirette, e parte rifleſſe, che ſcaturiſcono dal profondo della conſcienza, ſi formi in noi della ſoſtanza, e dei modi la chiara, e diſtinta idea.

VIII.

VIII.

Arroge, che un' affezione vien dopo l'altra, e che mentre ſvaniſce la prima, ſottentra la ſeconda, che va a terminare nella terza, e così di mano in mano. Per la qual coſa, ſe noi poco badando alla qualità ſpeciale delle modificazioni, ci fermiamo a conſiderare, che il noſtro eſſere, ed il noſtro vivere conſiſte in una ſerie ſucceſsiva di penſamenti; naſcono le idee del tempo, del numero, e tal fiata dell' ordine: atteſochè ſovente le impreſsioni ſuſſeguenti con uno ſtretto rapporto alle precedenti riſpondono. E' noto qual uſo ſi faccia di queſte nozioni oltre ogni credere fecondiſsime, e quante ſublimi verità dimoſtrativamente ſe ne deducano.

Nelle idee i primi fondamentali principj ad evidenza rilucono, viene a dire l'eſatte definizioni, e gl' incontraſtabili aſsiomi, e poſtulati, e le neceſſarie diviſioni: dai quali ſemi ben coltivati ſi ſviluppano le ſcienze intiere, che di giorno in giorno ſi aumentano. Dalle paſsioni de' numeri è ſurta l'Aritmetica, che partendoſi in teoretica, e pratica, reca tanto profitto alle altre diſcipline, ed alla Civil Società.

In oltre la coſcienza ci ammoniſce, che moltiſsime delle noſtre affezioni, come il timore, la triſtezza, il diletto, creſcendo, e minorandoſi ammettono il più, ed il meno: ed appunto le coſe tutte di tal proprietà capaci cadono ſotto l'idea generale della quantità, la qual preſa univerſalmente, e non legata a qualſivoglia ſoggetto, eſponendoci maſſimamente le ſue funzioni con ſegni appropiati, ci arricchiſce d'una ſcienza ſimbolica nomata Algebra, o ſia Analiſi, cui ſi debbe la maſsima parte delle novelle ſcoperte.

L'unico motivo, per cui i Metafiſici incamminati per diverſi ſentieri, chi per un verſo, e chi per l'altro dalla verità ſi dilungano, deriva ſe mal non m'appongo, dal non aver preciſamente compreſa la natura, e la geneſi delle noſtre idee. Sono concordemente caduti nell' error popolare di fingerſele, ſiccome tante immagini degli eſterni obbietti fedeli rappreſentatrici, o come tanti ritratti ſimiliſsimi agli originali. Sono eglino ſtati deluſi in parte dalle intime affezioni, onde naſcon le idee, ed in parte dai fantaſmi della immaginazione, che con eſſe vanno ſempre mai aſſocciati. Quinci ſi è dato corſo ad alquante metafiſiche ipoteſi, nelle quali alla falſità la ſtravaganza ſi accoppia. La Scuola Platonica delle idee innate ſi è compiaciuta, ed ha convertita la ſcienza umana in una ſognata reminiſcenza:

non avvertendo, che un numero infinito d'idee, che alle occaſioni ſi ſvegliano, ſtarebbe nella limitata capacità della mente ripoſto, e per dir così concentrato. L'Autore della ricerca della verità ſi è immaginato di veder tutto in Dio, come in uno ſpecchio volontario: e pure doveva accorgerſi, che ſi danno in noi molte idee, e tali ſono quelle del dubbio, e della probabilità, che a Dio in neſſun modo competono, e non poſſono in Lui contemplarſi. Altri poi anno ſollevate le ſoſtanze cogitanti ad un poſto di gran lunga ſuperiore alla lor condizione, e pretendono, che l'anima ſia guarnita d'una forza, che partecipa del divino, per cui le ſue idee da ſe ſteſſa, ed in ſe ſteſſa vada di tempo in tempo creando. Ma il principal requiſito d'una qualunque idea ſi è di ſomigliare all'obbietto, altrimenti nulla mai potrebbe ſaperſi, ſe la ſpezie rappreſentante non aveſſe punto che ſare colla coſa rappreſentata. Egli è dunque neceſſario, che quando la mente ſi accinge a produrre in ſe medeſima una nuova idea, per renderla ſembiante all'oggetto, abbia dell'oggetto piena contezza: e per ciò prima che ſi generi queſta idea, c'era nell'intelletto un'altra idea anteriore, e preconoſciuta.

Conchiudaſi per tanto, che le menzionate immagini, che dipingono in noi ciò, che è ſuori di noi, e delle coſe ci danno eſatta contezza, ſono mere illuſioni della fantaſia, le quali ci fan travedere. Oltre che mettono in mano ai Settici arme così robuſte, che poco giova la ſcherma. Dicono coſtoro onde ſi ſappia, e come ſi provi la indiſpenſabile ſimilitudine fra le idee, e gli obbietti: e ſe di ciò non abbiam evidente certezza, e buonamente ſi crede ciò, che dimoſtrar ſi dovrebbe; la ſcienza di cui ſi fan belli gli uomini, è una pura ipoteſi, ovvero un poſtulato da non così facilmente accordarſi, che le concluſioni dedotte dai noſtri lavori intorno le idee, applicate alle coſe eſtranee puntualmente ci corriſpondano. Ripiglieremo ricorrendo a più alti principj, non eſſer poſſibile, che Dio c'inganni, e la riſpoſta ci quieta, ma non c'illumina, e verrà riputata appunto dagli Avverſarj una petizion di principio.

Chi piglia la coſa per il ſuo dritto, non incontra perpleſſità. Egli è un bel viaggiare per la ſtrada delle cognizioni, quando ſi paſſa da certezza a certezza, e dalla certezza all'evidenza. L'anima non ſaprebbe di eſſere, ſe dall'interna coſcienza non veniſſe reſa conſapevole delle ſue modificazioni. In oltre le prende bene ſpeſſo di mira, e ſi ferma a contemplarle. Il penſare, e l'accorgerſi di penſare è una coſa medeſima: ma meditando ſopra i ſuoi penſamenti è muovere un nuovo paſſo dalle percezioni

ni dirette alle riflesse, e dell'une, e dell'altre siamo ammoniti da una indubitabile intrinseca esperienza. Un' affezione vien dietro all'anteriore, e precede la susseguente; e se considero, che sono diverse, e le separo in prima, e seconda, e terza, mi si presenta la chiarissima nozione dell' unità, del binario, del ternario, e così di mano in mano di tutti i numeri in natural progressione. Aggiungo riflessioni a riflessioni, e staccando i numeri già conceputi dalle mie affezioni, onde traggono la prima origine, a qualunque subbietto in particolare, o in generale gli appoggio, e nulla discapito nella certezza, e nell'evidenza: indi m'inoltro ad indagare le lor proprietà, e col girare le specolazioni da tutti i lati, acquisto gradatamente nuove notizie.

Gli atti riflessi, o per servirmi della frase degli Scolastici, le seconde intenzioni toccano così da presso le cose, e colla mia coscienza talmente le uniscono, che non ho bisogno di pingermi nell'anima spezie, ed immagini, alle quali per rappresentarmi gli obbietti mi deggia rivolgere. Basta, ch' io ripeta, o richiami a memoria il progresso delle mie riflessioni, e subito i passati concepimenti in me si rinnovano. Vaglia per tutti l'addotto semplicissimo esempio, e si osservi, che i numeri nulla sono fuori di noi, e che la Natura i suoi prodotti non conta. E pure ciò non ostante ognuno riflettendo sopra se stesso, non ha a cercarne altrove l'idea, e con pari profitto a suoi intimi sentimenti, ed ai soggetti stranieri egualmente l'addatta; imperciocchè essendo cose fra loro distinte, chi ci vieta di annoverarle? Ed appunto una mente ci si richiede, la quale a norma di ciò, che si prefigge, cominci da un capo, e dall'altro finisca, come pratica il Capitano co' suoi Soldati, tra cui taluno oggi fa comparsa di decimo, e domani di centesimo.

Ci sono moltissime particolarità nascenti dalle operazioni dell' intelletto, le quali ai subbietti si attribuiscono, sebbene ad essi propriamente non convengono. E' notabile qualmente l'anima dilati la sfera della sua intelligenza coll'accomunare a ciò, che non è lei, la propria riflessiva coscienza, e con unire in mirabil maniera al Mondo spirituale il corporeo. Ed invero privi noi di cotali ajuti, sarebbero oltremodo scarse, e mancanti le umane cognizioni, ristrette sol tanto a farci consapevoli delle nostre interne, e successive affezioni; atteso che l'apprendere, il giudicare, il discorrere, e l'ordinare i divisamenti, da una serie d' atti riflessi unicamente dipende. E se i numeri, ed altre percezioni di simil genere negli obbietti esterni non riseggono, anzi tutto al rovescio ad essi si ad-

doſſano; perchè ſpuntano dal ſondo della mente, che in ſe medeſima, quaſi direi, ſi concentra; è coſa vana l'andar in traccia d'idoletti, e d'immagini, da cui ci vengano rappreſentati. Si accompagnano bensì coi fantaſmi dei ſenſi, e particolarmente dell'udito, e della viſta, cioè col ſuono de' vocaboli, e colle figure delle ciffre, per cui ſi eſprimono: ſegni puramente inventati dall'arbitrio degli uomini, che ſtando ferme, ed inalterabili le idee, ſecondo i tempi, ed i luoghi ſi mutano.

Nel riflettere per tanto colla debita cautela il vero ſapere conſiſte, e chi più riflette, più ſa. Ben è manifeſto, che un uomo dotto inteſo a meditare tutto il corſo della ſua vita fa pochiſſime rifleſſioni, a confronto delle innumerabili, che altronde riceve, e da i maeſtri, e dai colloquj, dalla lettura de' libri gli vengono ſuggerite. In tanto riflette, in quanto c'è chi bene ſpeſſo l'ammoniſce a riflettere, ed in tal guiſa col ſoccorſo altrui giunge dove per ſe non ſora mai giunto. Appreſſo le vecchie rifleſſioni, che paſſano da mente a mente in retaggio, ſvegliano alla giornata le nuove, che accreſcono di mano in mano il teſoro delle cognizioni; perchè alla fine altro non ſono le Scienze, che una moltitudine d'atti rifleſſi intorno varj ſoggetti. Ognuno ſi sforza a miſura de' ſuoi talenti di pagare alla verità un qualche piccol tributo, la quale, giuſta l'antico adagio, è figlia del tempo: ma il vero ſi meſce talmente col falſo, che ne reſta, per dir così ſoffocato, ed oppreſſo: laonde per diſcernere, e ſeparare il poco oro dalla gran copia d'orpello, ci vogliono ſecoli, e ſecoli. Ingegniamoci dunque a tutto potere di poggiare alle ſorgenti della certezza, e dell'evidenza.

Non importa guari, che le tante volte nomate rifleſſioni, radici delle idee prime, ed originali, o ſi facciano per noi medeſimi, o s'inſinuino in noi per opera altrui. In amendue i caſi ſtiamo attenti, che nella lor pura ſemplicità ſi mantengano, o ad eſſa ſi riducano. Guardiamci di raccozzare inſieme le totalmente diſparate, e molto più le ripugnanti, come la materia, e la coſcienza; imperciocchè ſebbene ſi ravviſano delle particolarità comuni, che ad ambo i ſoggetti del pari competono, e tali ſono i modi, i numeri, i tempi; non mancano però le ſpeziali, che ſcambievolmente ſi eſcludono. Tal fiata e'inganna una falſa ſomiglianza, che termina in contraddizione. Così parecchj Filoſofi mal accoppiano l'eternità di Dio col tempo, e l'immenſità collo ſpazio. Di più non ſi vuole oltre il dovere caricare le idee di aſtrazioni ſopra aſtrazioni; imperciocchè l'evidenza, che in eſſe riſiede, a ſorza di addoſſare preciſione a preci-

ſio-

ſione, o ſpariſce, o degenera in una lite di parole. Per eſempio dalla nozione del modo ſpunti fuori la modalità, io dico, che le due eſpreſſioni ſono ſinonime, e che la ſeconda non aggiunge alla prima, ſalvo che quattro lettere. Se poi proſeſſerò, che la modalità ſia un non ſo che di aſtratto, e di univerſale, che nei modi particolari ſuſſiſte, e ad eſſi ſi appoggia, come i modi dai loro ſubbietti vengono ſoſtenuti; confeſſo il vero, che io non ne formo idea chiara, e che paſco la mia mente d'un vocabolo, che nulla ſignifica.

IX.

Mi viene in acconcio di ſeparare in due differenti claſſi i noſtri interiori ſentimenti. Eſcono i primi dal cupo dell'anima, conſapevole di ciò, che in lei faſſi, e da lei intimamente procede. I ſecondi s'inſinuano per li canali de' ſenſi, e ci manifeſtano gli obbietti, che ſono fuori di noi; conciofſiachè la mente non ſi unifce di preſenza alle coſe eſtrinſeche, ma ne riceve in ſe ſteſſa le ſole immagini. Dell'una, e dell'altra ſpezie haſſi a ragionare.

E primieramente ſe in me una dubitazione ſi ſveglia, ſo certamente di dubitare nell'atto medeſimo, che io dubito, e ſo di più riflettendoci ſopra, che il dubbio non viene altronde; perchè non può individualmente radicarſi, ſalvo che nella mia coſcienza. Ora non mi è diſdetto di mutar percezione, pigliando a cagion d'eſempio il mio dubbio medeſimo per immediato oggetto del mio nuovo concepimento. In tal caſo mi accorgo, che ad una differente affezione io ſoggiaccio; avvegnachè altra coſa è l'attualmente dubitare, ed altra il cercare, onde provenga il mio dubbio. Inveſtigando dunque lo perchè io tenga in ſoſpeſo il mio giudizio, e non mi determini piuttoſto per una opinione, che per la oppoſta; ſubito mi ſi offeriſcono i motivi egualmente forti, e quaſi direi equilibrati della mia ambiguità. In ordine a ciò l'eſitazione, che prima era un ſentimento dell'anima, paſſa in idea, e chiaramente comprendo, che io ſempre mai mi diſporrò a dubitare qualunque volta le premeſſe condizioni ſi adempiano.

Di tal genere di nozioni è fornito il noſtro intelletto a dovizia, le quali ſi vanno ſucceſſivamente acquiſtando, ſiccome porta l'occaſione, nel lungo giro delle noſtre meditazioni. E quanto eſſe ſono più pure, ed alla ſpecie fin ora conſiderata più da vicino appartengono; tanto maggiormente

te le idee indi naſcenti vengono accompagnate dalla certezza, e dalla evidenza. In queſto mentre ſa d'uopo ſtare oculatiſſimi per ben uſarle; perchè frequentemente interviene, che inſieme meſcendoſi, e confondendoſi ſi diſguiſino, e ſi perturbino: maſſimamente quando ſi deducono conſeguenze o falſe, o incerte, o lontane dagl' immediati principj. Alcune fiate ſi dà troppo corſo alle conghietture, e poſte in non cale le interne eſperienze, che mai non c'ingannano, ſi finge in noi un modo di concepire, e di operare, che alla noſtra natura mal ſi conface: e così un errore ſi tira dietro una lunga catena di errori. Non s'impiega mai ſtudio abbaſtanza in riflettere profondamente ſopra le intime azioni della noſtra anima, e nell'appieno impoſſeſſarſene. Per altro chi bramaſſe riſparmiare in parte la fatica, ricorra alla Pſicologia empirica dell'accuratiſſimo Criſtiano VVolfio.

Non ſi vuole ommettere un importante corollario. Da tal ſorta d'idee, che ci manifeſtano le noſtre ſpirituali modificazioni, non in ſe ſteſſe, ma nelle lor cauſe, anno l'origine, e gli avanzamenti le diſcipline più nobili, ed agli uomini più profittevoli. Dal meditare ſugli atti dell'intelletto, e della volontà procedono la Logica, e l'Etica, che preſcrivono le regole ai noſtri diſcorſi, ed alle noſtre deliberazioni. Anche la Metafiſica, la Teologia naturale, i principj della umana Società, con parecchie altre Scienze ſu queſta baſe in gran parte ſi fondano. E per reſtarne perſuaſi, baſta dare un' occhiata alle verità capitali, che indi dipendono, ed ai metodi, con cui ſi maneggiano.

X.

Muovo il ſecondo paſſo, e piglio per mano le affezioni partecipanti del corporeo, e dello ſpirituale, ch' io chiamo miſte, ſiccome quelle, che cominciando dalle coſe materiali, e proſeguendo per la via de' ſenſorj, penetrano nell'interno dell' anima. Negli obbietti eſtrinſeci ſi ravviſa ſolamente l' azione; negli organi la reazione per un verſo, e per l'altro l'azione, e nell'anima principalmente la paſſione, eſſendo aſtretta a patire contro ſua voglia. Io non intendo ſpiegare il grande arcano dell' unione della mente col corpo, e non entro in un laberinto di quiſtioni, da cui per non eſſerci nè capo, nè via, non an ſaputo uſcire i più valenti Filoſofanti. Mi attengo ſemplicemente ad alcune poche iſpezioni, che fanno alla mia propoſta.

Quan-

Quando io ſento un piacer ſenſibile, che mi ricrea, e così dicaſi d'ogni altra ſenſazione, ſarei bene ſtupido, ſe mi credeſſi di non provarlo. La dilettoſa affezione, che modifica la mia coſcienza in tale particolariſsima circoſtanza, e per un tempo determinato è tanto certa, quanto mai altra eſſere ſi poſſa. Ma ſe tento di convertirla in idea, aſſumendola per obbietto in virtù di un atto rifleſſo; per qualunque ſforzo io mi faccia, non conſeguiſco l'intento. La ragione ſi è, perchè onninamente ignoro le cagioni producitrici, e molto più il modo, per cui le impreſſioni eſterne ſi trasformano in piacevoli ſentimenti.

Affine di riſchiarar maggiormente la materia muto ſcena, ed iſtituiſco un paragone fra la malinconia dell'animo, ed il dolore del corpo. Mi ſorprende una grave diſavventura, ſpecialmente non aſpettata; e nel vedermi privo di un bene a me caro, e ſopraffatto dalla miſeria, la mia pace ſi turba, e la meſtizia mi aſſale; imperciocchè deggio coll'attriſtarmi accompagnare neceſſariamente la perdita, che a tutto coſto non vorrei, che foſſe accaduta. Precede dunque alla nojoſa perturbazione il motivo, da cui proviene, e veggo paleſe nella cagione la qualità dell'effetto. Al contrario l'anima ſente il dolore, ma non comprende d'onde proceda, nè qualmente ſi accreſca, e ſi minori: e ciò che più importa, da leggi ſtabili non è regolato. Tal fiata ſuccede, che un agente eſtrinſeco, per eſempio il fuoco, in debita diſtanza cominci ad imprimere nella noſtra mano una blanda ſenſazione di calore, la quale, diminuendoſi lo ſpazio frappoſto, degenera in un ardore inſoffribile: tutto al roveſcio della triſtezza, che non mai ſi cangia in piacere, e tanto più ſi rinforza, e ſi eſtenua, quanto più il motivo, che la produce, è peſante, o leggiero.

XI.

Non ſi creda già, che dalle percezioni ſenſibili non ſi cavino in copia le idee. La ſorgente è molto ſecondiſſima, ed oltre le ſuperiormente derivate dall'intimo dell'anima, ſcaturiſcono tutte quelle, che alla Fiſica appartengono. Dalle impreſſioni de' ſenſi ſi acquiſta paſſo paſſo la notizia de' prodotti, che adornano il mondo, e delle varie mirabili operazioni della Natura. La viſta, ed il tatto ci ſomminiſtrano i due principali criterj: ſebbene alle volte vengono ad uſo gli altri organi dell'udito, del guſto, e dell'odorato. Non fa a mio propoſito il quiſtionare preſentemente ſopra un punto aſſai dilicato, cioè ſe le ſenſazioni ſiano qualità, che prima

ma risiedano ne' corpi, e poi all'anima si comunicano, come il caldo, il freddo, gli odori, i sapori, ed altre di simil genere; o pure vadan riposte fra le affezioni degli spiriti, i quali al di fuori le diffondono, ed adornano variamente gli obbietti di quelle proprietà, che per se stesse di sostenere non sono capaci.

Qualora la luce si spande intorno, miriamo ad occhi aperti una curiosa varietà di colori, e l'anima sente le diverse impressioni del rosso, del giallo, e dell'altre tinte o semplici, o miste, ed insieme non le confonde. Si accorge nel tempo medesimo, che cotali sensazioni colla estensione si accompagnano, e alla estensone si appoggiano. Un confine disgiugne i colori contigui, e ciascuno d'essi è circoscritto dal suo contorno. Se nella separazione si considera la sola lunghezza, nasce l'idea della linea, e se due linee si tagliano, nella lor intersecazione si ravvisa il punto, e dalle loro inclinazioni spuntano gli angoli. Appresso i colori ci compariscono distesi in superficie, cioè per due versi, lunghezza, e larghezza. L'occhio quì si ferma; perchè appena penetra nella profondità, la quale riservata principalmente al senso del tatto, ed aggiunta all'altre due dimensioni ci dà la nozione del solido lungo, largo, e profondo. Dal chiudersi degli spazj, e dall'unirsi le linee, o le superficie, che li circondano, le figure tutte o piane, o solide, o rettilinee, o curvilinee traggon l'origine.

Quinci considerate solamente le tre dimensioni, ed i loro limiti, e prescindendo dai colori, che le rendon visibili, e dai soggetti, che le sostentano si svegliano in noi le idee chiare, e distinte spettanti alla quantità continua, le quali accoppiate con alcuni evidentissimi assiomi, e semplicissimi postulati sono la base immobile della Geometria: scienza, che procedendo per via d'invitte dimostrazioni, esclude ogni dubbietà.

XII.

Sin quì l'estensione comparisce da se sola, e siccome puramente matematica, nuda di quegli attributi, di cui le cose materiali sono guarnite. L'occhio, ed il tatto ci convincono, che i corpi non istanno sempre in riposo, ma che bene spesso si muovono, col progredire successivamente da un sito all'altro. Non si concepisce il moto senza la velocità, nè questa senza il luogo, che si abbandona, e quello, che si occupa, nè senza lo spazio, che si percorre, nè senza il tempo, che vi s'impiega a trascorrerlo. Appresso l'esperienza c'insegna, che un corpo in movimento sa im-

pres-

preſsione negli altri incontrati per viaggio, i quali al ſuo corſo ſi oppongono. Ora comunica ad eſſi tutto il ſuo vigore, ed alla quiete ſi riduce, ed ora una parte in ſe ne ritiene: ma ſempre ſi adopera in produrre le ſcambievoli contuſioni.

Queſte comunali apparenze ſoggette ai ſenſi della viſione, e del toccamento ci ſan capire, che fra corpi non ſi dà una mutua compenetrazione; che all'azione riſponde una contraria reazione, e che dove c'è reſiſtenza, ivi c'è forza; nel miſurare la quale, litigando tuttavia i Fiſici, ſi vuol far uſo dei raziocinj. Quindi colla eſtenſione Fiſica ſi congiunge l'impenetrabilità, come altresì una ripugnanza, che riſiede ne' corpi, al cangiamento di ſtato, cui ſi dà nome d'inerzia, ed è una conſeguenza della impenetrabilità. Ed ecco adombrati i principj capitali della Dinamica certi, ed evidenti in ſe ſteſſi, ſiccome eſtratti dal riflettere ſulle noſtre ſenſazioni, e che ſteſi per via del diſcorſo dalle concluſioni più ſemplici alle più recondite, ci paleſano innumerabili ſublimi verità.

Se poi alla maſſa impenetrabile, ed inerte ſi aggiungono altre proprietà, delle quali i ſenſi ci rendono una piena teſtimonianza, e ſi piglian di mira i corpi duri, e fluidi, ed i molli, che ci ſtanno di mezzo; ed appreſſo i luminoſi, gli opachi, e i diafani, e che ſo io, non traſcurate le forze magnetiche, l'elaſtiche, e l'elettriche, ed i conati centrifughi, e centripeti, con moltiſſime particolarità, che ai miſti naturali competono; abbiamo in pronto la materia di parecchie ſcienze nate, o almanco a i noſtri tempi educate, e fra eſſe annovero la Meccanica, la Statica, l'Idraulica, l'Aſtronomia, l'Ottica, e l'Acuſtica, nel coltivare le quali i Filoſofanti d'ingegno, e di ſenno ben provveduti aſſiduamente s'adoprano.

XIII.

Unico mio iſtituto ſi è di ragionare intorno i principj, ed i metodi della Fiſica; laonde ſono obbligato ſul bel cominciamento ad inveſtigare fino a qual grado di certezza, e di evidenza le naturali ricerche condurre ſi poſſano. Ai ſenſi ben applicati, ſpecialmente ſe ſi ripetono le oſſervazioni, ed una eſperienza dà mano all'altra, non ſi può contraſtar la certezza. O nulla ſappiamo di ciò, che eſiſte fuori di noi, o dobbiam adottare il primo canone d'Epicuro, che i ſenſi non c'ingannano. Ben è vero, che in eſſi per lo più non ſi rinviene quella ſchietta evidenza, che total-

mente ci rischiara, ed appaga. Non basta guardare il Sole per sapere, che cosa è luce; nè cacciar il dito in un corpo liquido, che prontamente cede dai lati, per formarsi l'idea della fluidità. Da principio contentiamci delle prime apparenze, e procuriamo in progresso col combinarle insieme, e col dedurne le legittime conseguenze, contemplando per ogni verso il soggetto, di purificare, e di estendere le nostre cognizioni.

In questo mentre non si può veder tutto, nè toccar tutto; e perciò bisogna fidarsi degli Autori, e vedere cogli occhj altrui, e toccare coll' altrui mano. Mancandoci talvolta l'agio, e talvolta l'ozio, a poche osservazioni possiamo attendere. Ciascheduno faccia la sua parte, ed arricchisca dal suo canto la Storia della Natura: ma abbia sempre a mente, che alcuni famosi esperimenti o sono falsi, o difettosi, o mal indiritti allo scopo prefisso. Per la qual cosa hassi a procedere con somma circospezione, e se per avventura nelle nostre speculazioni vengano a festa, gioverà sottometterli al tribunale della ragione, e della critica, rettificando massime sperienza con esperienza: il qual mezzo è il più opportuno per liberarci dai pregiudicj.

XIV.

So benissimo, che alcune fisiche proposizioni per la strada analitica riduconsi ai primi originali elementi, e poggiano conseguentemente al posto più sublime della evidenza. Fra queste annovero le verità dinamiche in generale, ed in particolare la teorica delle forze composte, o equipollenti, derivata per opera dell' acutissimo Signor Daniello Bernoulli da chiarissimi metafisici pronunziati, ed esposta ne' comentarj della imperiale Accademia di S. Pietro-Burgo. Ciò però di rado interviene, e tra confini troppo angusti si chiuderebbe la Scienza delle cose naturali; qualunque volta si pretendesse, che gli umani discorsi, eziamdio dimostrativi, si appoggiassero sempre ai primi innegabili assiomi. Chi non può esaurire intieramente un soggetto, si contenti d' almeno in parte comprenderlo. Si assuma per tanto in figura di fondamentale principio un fenomeno munito di esperimentata certezza; e mentre non ci vien fatto di svilupparlo, salvo che per via di congbietture, e di probabilità, si abbandoni l'inchiesta, nè si prenda la briga di rintracciarne inutilmente l'origine occulta, ed il recondito magistero.

Fra

Fa di meſtieri a chi non vuole gittare il tempo, e la fatica, non già ſalire per la ſcala delle cauſe, ma diſcendere per quella degli effetti; Imperciocchè la prima ſpeſſe fiate ci eſtolle oltre i limiti dell' umana intelligenza, e la ſeconda è più confacente alla noſtra limitata maniera di ragionare. E vaglia il vero, non è in tutti i caſi malagevole impreſa ad uno ſpirito penetrante, ed attento il cavare le conſeguenze, che immediatamente naſcono dai fenomeni; non è difficile, replicando gli eſperimenti, paſſare a nuove illazioni; non è coſa ardua a forza di deduzioni, e di combinamenti aprirſi l'adito ad iſcoprire le leggi della Natura. E queſte una volta ſvelate, ſe maſſimamente ad eſſe applicar ſi ponno i teoremi geometrici, ed i computi analitici, ſpandono un lume tale ſulla materia, che le verità indi naſcenti, ed inſieme concatenate a folla ci ſi preſentano.

XV.

In tal giro di coſe la certezza, che riſiede nel fenomeno, ai ſenſi ſi attribuiſca, e la evidenza non mai al fenomeno per ſe ſteſſo oſcuro, ed involuto, ma bensì alle conſeguenze, che ne fluiſcono ſpontaneamente. E quì ſi noti, che l'evidenza, di cui ſi parla, non è mica una evidenza aſſoluta, che va a terminare in principj chiari, e manifeſti; ma piuttoſto tale, che interrompendoſi a mezza ſtrada, debba appellarſi evidenza Ipotetica, o di ſuppoſizione. In fatti tornando indietro per la progreſſione dei raziocinj, ſiamo convinti, che le propoſizioni ſono l'una coll' altra dimoſtrativamente conneſſe: ma pervenuti al fenomeno, ſoggetto delle noſtre ricerche, non occorre avvanzar cammino; atteſo che ſebbene non ci abbandona la certezza eſperimentale; l'evidenza però ſpariſce, ed in ſua vece ſottentra la perpleſſità.

Si accigne ſpeſſiſsimo la ſagace Natura ad operar meraviglie tanto rimote da' ſuoi conſueti lavori, che a ſtento ſi preſta credenza a chi ce le narra: e ſe le iterate teſtimonianze de' più accurati Oſſervatori non ci aſſicuraſſero dei fatti, ſi ſpaccierebbero forſe per impoſſibili. Niuno, penſo io, ſi farebbe avviſato, che nel criſtallo d'Islanda, ed anco nel montano la luce ſoffriſſe doppia refrazione, una uſitata, e l'altra inuſitata, moderate con leggi affatto diverſe, ſcoperte dall'Ughenio, e dal Newton. Molto meno avrebbe preveduti gli effetti ſtupendi della forza elettrica, che a' giorni noſtri fa tanto romore, ed è divenuta un popolare ſpettacolo.

XVI.

Per dare un ſaggio di quel genere di evidenza, che ſovente ha luogo in Fiſica, ed è, conforme ſi è detto, una evidenza di ſuppoſizione nella ſua origine, di cui debbe appagarſi un diſcreto Filoſofo, potrei trarne gli eſempj da' più rinomati Maeſtri del preſente, e del paſſato Secolo. Ma non mi ſi aſcriva a troppa confidenza, ſe per queſta volta io mi vaglio del mio. E' ſtampata nel primo Tomo degli Atti della Bolognese Accademia una mia Diſſertazione ſopra le vere leggi delle forze elaſtiche. Non ho mai preteſo di capire, e molto manco d'inſegnare altrui, con quale artificio venga partecipata dalla Natura a certi corpi la virtù di molla, per cui ſtirati, o compreſſi ſi reſtituiſcono, ed al primiero ſtato ritornano.

Non oſtante che io non ſappia render ragione dello ſconoſciuto meccaniſmo, conſiderate attentamente le proprietà delle corde ſonore notiſſime ai Maeſtri di Muſica, riſpetto al numero, ed alla durata delle loro oſcillazioni, mi ſono ingegnato per mezzo delle conſeguenze riſultanti dai ſenomeni indubitati, di ſtabilirne le vere regole. Doveva primieramente cercare con qual rapporto riſpondano le diſtenſioni creſcenti delle funi elaſtiche alla forza de' peſi ſtiranti ad eſſe applicati, i quali aritmeticamente vanno aumentandoſi. Eſpreſſe le due funzioni per le quantità appropriate, ſono pervenuto ad una equazione differenziale, che integrata mi ha poſto anzi gli occhi l'indole, e l'andamento della curva, o ſia della ſcala, nella quale le aſſiſſe dinotavano i peſi, e le ordinate i diſtendimenti. Quinci inaſpettatamente mi ſi è preſentato un canone fondamentale, cioè che l'elaſticità non ſi fa ſentire, e non eſercita la ſua azione, ſe non ſe quando le fibrille componenti i corpi o diſteſe, o coſtipate anno acquiſtato un determinato grado di rigidità; col qual ſenomeno, uno de' più difficili a dimoſtrarſi, l'eſperienza concorda.

Io non iſtò minutamente a ripetere tutte le particolarità, che nel luogo citato ſi leggono. Ma epilogando le coſe dette in poche parole conchiudo, che mentre ci va fatto di giugnere ad una evidenza aſſoluta, o metafiſica, o geometrica, ſe pure ſi cade in qualche inavvertenza, lo che di rado interviene, gli sbagli ſono di corta durata. All' incontro nell' evidenza d' Ipoteſi appoggiata ſol tanto alle apparenze ſenſibili, ſtiamo guardinghi, che le illazioni ſieno rigoroſamente giuſte, ed eſatte,

per-

perchè ſe l'impazienza di ſaper troppo, oltre il dovere ci ſa traſcorrere, e ſi tirano conſeguenze ambigue; la certezza, e la perſpicuità per iſtrada ci laſciano, e ad ogni paſso ſempre più la verità da noi ſi allontana.

E' aſſai più facile il proporre i precetti, che l'eſequirli. Per la qual coſa io non mi luſingo di colpire ſempre nel ſegno, ed avverrà più ſpeſſo di quello, che io vorrei, che ne' miei inveſtigamenti mi ſmarriſca per ſentieri torti, ed obliqui. Mi profeſſo, che non ſono mai per difendere oſtinatamente i miei errori, e che pongo il mio unico pregio nella docilità.

Digitized by Google

LIBRO PRIMO

De' principj Generali della Fiſica.

CAPITOLO PRIMO.

Della Fiſica in Generale.

I.

OGnuno ſa, che la Fiſica ſi è quella Scienza, la quale procura di render ragione delle operazioni della Natura, ed ha per obbietto tutta la porzione dell' Univerſo, che ai noſtri ſenſi ſoggiace. Collo ſtendere più oltre le noſtre curioſe ricerche altro non ſi fa, che preſumere di ſaper ciò, che non può ſaperſi, e riempiere la mente di viſioni, e di fantaſie. Abbiamo tutto dì anzi gli occhi innumerabili fenomeni, e vecchj, e nuovi, intorno ai quali o ſi tace, o ſi arriſchiano alcune meſchine conghietture, e ſu cui può con ſua lode, e profitto il filoſofo eſercitarſi, ſenza prender per mano quiſtioni per la mancanza dei dati affatto inſolubili. A che pro inveſtigare, come ſia lavorata internamente la noſtra Terra, o diſcrivere minutamente a guiſa di un Viaggiatore, che dall' Indie ſe ne ritorni, i prodotti, e gli animali de' Pianeti? Attribuiſco ad una orgoglioſa vanità queſto piucchè poetico entuſiaſmo: e quaſi che ſi aveſſe ben addentro penetrato tutto ciò, che a noi è vicino, e nulla rimaneſſe a impararſi; ſi ſtende l' ardito volo per conoſcere obbietti rimotiſſimi, che riſpetto ai noſtri fiacchi diviſamenti, per così eſprimermi, ad un altro ſiſtema appartengono.

II.

Il Galileo uomo incomparabile (non ceſſando io di maravigliarmi, per qual fatale diſavventura, non ſia egli ſtato dagl' Italiani preſcelto per loro guida e maeſtro) tra più anguſti confini ha riſtretta la Fiſica. C' inſegna per tanto, che non abbiamo ad internarci nella eſſenza delle coſe, e nell' ultime grandezze, e figure delle particole elementari, che compongo-

no

no i miſti; ma dobbiamo affaticarci in rendere ſemplicemente ragione di quelle affezioni, e proprietà dei corpi, che cadono ſotto i noſtri ſenſi; perchè l'intelletto da eſſi non ajutato nelle ſue differenti viſte ſi confonde, e ſmarriſce la traccia del vero: ed in tanto la Natura ineſorabile ſeguita i ſuoi conſueti lavori, nè punto ſi cura di accomodarſi alle noſtre immaginazioni.

III.

Quand'anche l'ingegno umano regolar ſi laſciaſſe, e da preſcritti termini non uſciſſe, interverrebbe, che la Fiſica foſſe meno vaſta, ma non per tanto meno difficile: laonde il citato Scrittore ci ammoniſce, che ſolo Iddio la ſa tutta, e gli uomini ne ſanno una picciolisſima parte; e che quanto eſſa diverrà più perfetta, tanto meno verità inſegnerà. Se io diceſſi ſul bel principio, che tutte le Scienze umane (mentre delle divine, ſecome di un genere ſuperiore, io non ardiſco di far parola) ſono un giuoco a paragone della Fiſica, non direi forſe troppo; conciofſiachè l'altre diſcipline o ſi appoggiano a principj chiari, e a metodi fermi; o ſe non anno il privilegio di eſſere dimoſtrative, baſta dalle idee prime con un buon filo di raziocinio dedurre una ſerie ordinata di probabili conſeguenze. Così fin ora ſi è fatto, e verosimilmente non ſi farà di vantaggio per l'avvenire nella Metafiſica, nell'Etica, nella Politica, e nell'altre facoltà di ſimil indole. Quanti ſono i Filoſofi capi di Setta, altrettante ſono le opinioni, che ſi propongono, ſi adornano, e ſi difendono con eguale apparato di argomenti, e di riflessioni; attalchè rare fiate accade, che ſi convincano l'un l'altro di falſità manifeſta, o di palpabile contraddizione.

IV.

All'incontro i legittimi principj della Fiſica non ſono per anco abbaſtanza conoſciuti, nè ſi è fatto fin ora un accurato eſame intorno i ſuoi metodi. Per la qual coſa fabbricandoſi tutto dì ſull'arena, quel magnifico edifizio, che oggi s'innalza, dimani irreparabilmente precipita. Mentre l'Analiſi, e la Geometria per una parte, e per l'altra la Meccanica, l'Ottica, e l'Aſtronomia non ci aveſſero comunicate parecchie incontraſtabili, e fondamentali propoſizioni (avvegnachè ſu i teoremi della dinamica tuttavia oſtinatamente ſi diſputa) io credo, che ancora avrebbe a muoverſi il primo paſſo; atteſochè la Natura non ſi appaga del verosimile, ed una nuova dimoſtrazione, o una inaſpettata eſperienza gittano a terra un qualunque ben concertato ſiſtema. A cagion di eſempio le leggi della comunicazione dei moti fra corpo, e corpo ci fanno toccar con mano l'impoſſibilità degli atomi di Epicuro, e non ſi ſono mai potuti accordare colle apparenze celeſti i vortici di Leucippo, e del Carteſio.

V.

Digitized by Google

V.

Il peggio si è, che i Filosofanti per la maggior parte anno maneggiate le cose con un ordine prepostero, ed in iscambio di applicarsi seriamente alla Fisica particolare, sulla generale anno estese le loro meditazioni: quasi che nulla stringa, chi di abbracciare il tutto non si affatica. Pare a me, che procedendo con buon metodo, avessero a prendersi per mano alquante operazioni, ed anche delle più semplici della Natura, e cercandone attentamente l' artifizio col consultare i fenomeni, e col ripetere, e moltiplicare gli esperimenti; si dovessero stabilire le leggi, da cui gli effetti di un dato genere immutabilmente dipendono: indi facendosi scala da un effetto all' altro, e dall'una all'altra legge, e poggiando passo passo dalle cose più semplici alle più composte, sarebbe bene spesso riuscito a nostri vecchj maestri di trovare una lunga serie di conclusioni ben dedotte, le quali avrebbono sparso un gran lume sulla oscurità di quelle, che rimangono ad iscoprirsi.

VI.

Se i dotti, e specialmente coloro, che sono forniti di un buon capitale di geometria avessèro concordemente battuta questa strada spedita, e sicura (giacchè le Scienze, e le arti altro non sono, salvochè un aggregato di pensamenti d' ogni tempo, e d' ogni paese disposti con ordine) la Fisica sarebbe arrivata ad un alto grado di perfezione. Molte leggi della Natura, che presentemente s'ignorano, si sarebbono appoco appoco manifestate, e con l'aita d' esse ci verrebbe fatto di esplicare parecchi fenomeni, che al giorno d' oggi trascendono le nostre poche, e ristrette cognizioni.

VII.

Non occorre mai sperare, che si pervenga ad un sistema genèrale compiuto, per cui si sveli bello, ed intero il meccanismo della Natura; di modo che non ci si presenti effetto alcuno, del quale per mezzo dei stabiliti princip) non possiamo render ragione. Questa è una lusinga della mente umana, che di continuo adula se stessa, e spesse volte va dietro all' impossibile, purchè le comparisca innanzi sotto l'aspetto di difficile, e di maraviglioso. Quanti si sono perduti dietro il moto perpetuo, o la quadratura del cerchio: ma forse più vani, ed ardimentosi coloro si mostrano, che stando al tavolino consultano giorno, e notte le loro idee, e lavorano, e ripuliscono un sistema universale, proponendolo poi alle genti credule, che si lasciano guidare più dall'autorità, che dalla ragione, per quell'unico, che ad esclusione degli altri sia attissimo a dilucidare tutti i fenomeni: quasi che la Natura stasse vegliando con esso loro, e si prendesse la briga in figura di maestra di metterli a parte de' suoi più profondi segreti.

VIII.

Dagli antichi Greci per ſino a noi ſi è propagata la vanagloria di farſi autori di un qualche nuovo ſiſtema. Appena ci è taluno d' ingegno acuto, e ſublime, o che per tale ſi reputi, che non ſi metta alla teſta di una filoſofica famiglia. Ci vuole un gran fondo di erudizione per contare le vecchie Sette, nè manco numeroſe ſon le moderne, quantunque ſia poco più d' un ſecolo, che ſi è cominciato a diſcorrere con libertà. E ſe le coſe con pari fretta camminano, molti volumi non baſteranno a ſcrivere ſemplicemente la nojoſa ſtoria delle opinioni.

IX.

Il citato Galileo autore di purgatiſſimo giudizio, e padre di novelle Scienze non ſi è mai arriſchiato nè pur di penſare ad una ipoteſi generale, nè potea darſi pace, qualmente alcuni di poggiare tanto alto aveſſer coraggio, conforme ce ne rende teſtimonianza in molti luoghi delle ſue opere. Contemperava egli il ſuo profondo ingegno con un fino diſcernimento, ed amava meglio intendere poche coſe con evidenza, che molte con incertezza: ed io mi perſuado, che per tale motivo appunto ſia ſtato lodato da tutti, ma da pochiſſimi imitato nella ſua cauta maniera di filoſofare. Lodevole altresì è la circoſpezione del Cavalier Iſacco Nevvton nel ſuo famoſo libro de' principj matematici della filoſofia naturale, in cui aſſume la gravità de' Pianeti nel Sole, ſiccome un fenomeno, nulla curandoſi di fiſicamente ſpiegarla, nè di decidere, ſe ſia piuttoſto un impulſo, che un' attrazione. Ed il celebre Ruggiero Cotes nella bella prefazione poſta in fronte all' opera Nevvtoniana ſi fa forte ſull' eſempio del Galileo, e ſoſtiene, che il vero metodo di diſcorrere ai fenomeni ſi appoggia, e dà bando a tutte le ipoteſi, e a tutti i ſiſtemi. Non può negarſi frattanto, che lo ſteſſo Nevvton nella ſua ottica, e nelle quiſtioni anneſſe non ſi ſia laſciato rapire dalla corrente, e non abbia ſparſo a larga mano i ſemi di un ſiſtema univerſale, e che i ſuoi Ingleſi non abbian portate le coſe all' eccesſo; per la gara forſe di avere un capo di Setta da contrapporre al Carteſio, ed al Leibnizio, maeſtri delle due Scuole Franceſe, e Tedeſca, e così partire in tra filoſofiche fazioni tutta l' Europa.

X.

Mi fermerò alquanto ſulle prime originali idee, intorno cui i gran Fiſici non an mai potuto convenire, e maſſime ſopra un punto di ſomma importanza, cioè quali fra le affezioni della materia abbiano ad aſſumerſi come principj, e quali come fenomeni. Io tengo ferma la comune ſignificazione de' vocaboli, ed appello per una parte principj quelli, che in altri principj più ſemplici riſolvere non ſi poſſono, per la parte oppoſta chiamo fenomeni quelli, che o più da vicino, o più da lont no dai

primi

primi principj diſcendono, o ſiccome effetti delle propie cagioni, o ſiccome attributi ſecondarj, che dal principale traggon l'origine.

XI.

Meſſi da canto i principj Peripatetici troppo aſtratti, e metafiſici, e per tal motivo dai problemi fiſici troppo remoti; oſſervo, che gli Epicurei ammettono gli atomi nuotanti nel vano, omogenei nella materia, e differenti nella grandezza, e nella figura. Vengono eſſi agitati da un moto perenne, ed innato, e ſono forniti d'una incomprenſibil durezza, per cui, quantunque in ſe medeſimi diviſibili, non c'è però forza, che vaglia a romperli, e a ſtritolarli. Abbianſi dunque, ſecondo Democrito, ed Epicuro, per primi originarj principj gli atomi dotati delle aſſegnate eſſenziali proprietà, che da eſſi ſepararſi non poſſono, alle quali ſi aggiunga una certa energìa, che ſempre mai conſervano, atta nata ad imprimere in eſſo loro una coſtante invariabile velocità per una determinata direzione. E ſe per ſorta dal diverſo combinamento, e dalle circoſtanze eſterne vien'eſtinta, o alterata la celerità, o pure cangiata la linea del viaggio, gli atomi ſi trovano in uno ſtato violento, e meſſi in libertà, il primiero movimento non ſi ſa come ricuperano.

XII.

Renato Carteſio, che ſi è aſſunto l'impaccio di riformare l'ipoteſi Epicurea; cancella dal numero de' principj la durezza, collocandola tra i fenomeni, ed in ſua vece ci ſoſtituiſce la fluidità. Profeſſa egli, che per eſſere la materia di ſua natura diviſibile all'infinito, le ſue parti ſieno talmente ſlegate, che ſecondo le occorrenze ſi ſeparino, ſi ſminuzzino, riempiano prontamente ogni ſpazio, e ad ogni figura in un momento ſi adattino. E perche la diviſione dei corpi non ha limite, ſi è creduto lo Scrittore Franceſe di aver eſcluſo dalla Fiſica il vano, affermando, che dove c'è trina dimenſione, ivi ci ſia neceſſariamente materia. Ha poi conoſciuto, che quantunque l'eſtenſione ſia capace di moto, non eſſendoci ripugnanza, che un pezzo di materia cacci di luogo un altro vicino, e così di mano in mano; egli è però evidente, che l'eſtenſione ſteſſa può del pari concepirſi in riposo: dal quale ſtato, ſenza l'operazione d'un agente eſtrinſeco, non ſarà mai per rimuoverſi. Quinci il moto, che nella materia ſi ravviſa, alla volontà onnipotente dell'Autore della Natura ſi attribuiſca, il quale fin da principio alla eſtenſione da lui creata ha impreſſa una determinata quantità di moto a norma de' ſuoi ſapientiſſimi diſegni. Queſta, che ſe diamo fede al Carteſio, ſi miſura dalla maſſa nell'attuale velocità, e che con leggi immutabili in paſſando da corpo a corpo produce tutto ciò, che c'è di bello, di vario, e di ordinato nell'ampiezza delle coſe materiali, perſevera ſempre la ſteſſa ſenza aumento, o diminuzione, e tale perſevererà fin a tanto, che ſtarà ferma la preſente coſtituzione dell'Univerſo.

XIII.

Oltre la eſtenſione riſiede nella materia un'altra primitiva proprietà non avvertita dal Carteſio, quantunque il Keplero, che prima d'ogni altro ſe n'era accorto, ne avceſſe fatta eſpreſſa menzione, qualificandola col vocabolo ſignificantiſſimo d'inerzia. Conſiſte eſſa in una ripugnanza, che ſi rinviene in qualunque corpo, e perciò chiamata dal Nevvton forza inſita, ed allora ſi manifeſta quando ſi tratta di cangiare ſtato, paſſando una data maſſa dalla quiete al movimento, o al contrario, ovvero acquiſtando, o perdendo un qualche grado di forza. La ſuddetta inerzia, conforme farò vedere a ſuo luogo, è una conſeguenza della impenetrabilità, e riſpondendo in proporzione alla quantità della materia, dà le regole alla comunicazione de' moti. I Fiſici moderni concordemente riconoſcono nella materia due principali attributi, cioè a dire eſtenſione, ed inerzia. A quella ſi riferiſcono la diviſibilità, la grandezza, la figura, ed a queſta la forza viva, e la morta, e di conſeguenza anche il moto con i ſuoi aggiunti, tempo, ſpazio, e velocità.

XIV.

Dopo l'utile ſcoperta del Keplero ignota forſe a tutta l'antichità parerebbe, che i filoſofanti de' noſtri tempi doveſſero aſſumere, ſiccome baſi della Scienza fiſica, le due menzionate inſigni, e fondamentali proprietà della materia, indi farſi a ſpiegare le altre affezioni de' miſti in qualità di fenomeni. So beniſſimo, che frequentemente ci ſi faranno incontro inſuperabili difficoltà: ma in tali circoſtanze ſarà meglio dietro le veſtigia del Galileo appoggiare i noſtri diſcorſi ad un principio d'eſperienza, laſciando altrui il penſiero di ridurre la coſa alle prime originali nozioni. Il lodato autore, ſebbene non ſapeva la vera cagione della gravità; conſiderandola però come un fenomeno, ci ha dato una compiuta teorica dei moti accelerati, naſcenti dai replicati impulſi d'una forza coſtantemente applicata, quantunque ignota nella ſua origine, e nelle cagioni, che a produrla vi ſi adoperano con un recondito meccaniſmo. Io mi ſtupiſco, per qual motivo abbandonati i principj chiari, e paleſi, ſu i quali non cade nè dubbio, nè ambiguità, altri ſe ne introducano incerti, ed oſcuri, che mal appagano una mente, la quale brama d'eſſere illuminata, e non già di camminare fra denſe tenebre, che non ponno mai diradarſi.

XV.

In queſto mentre i Nevvtoniani profeſſano, che la gravità, e le altre forze centrali dipendano da una legge univerſale della Natura, per cui due corpi fra loro o proſſimi, o diſgiunti, ed anche ſenza mezzo frapposto eſercitano una mutua azione, e reazione, e vicendevolmente ſi attraggono. Ed ecco impiegato in Fiſica il principio generaliſſi-

liſſimo delle attrazioni, che ſi fa girare da per tutto a miſura del biſogno, ma talvolta con infelice ſucceſſo.

XVI.

Vengono ultimi in campo i Leibniziani, i quali di ſoddisfare altrui ſi luſingano con principj tali, che ſono aſſai più metafiſici degli Ariſtotelici. Se ai loro dogmi ſi porga orecchio, l'eſtenſione, l'inerzia, la forza ſono altrettanti fenomeni, e non ſi creda, che ciaſcuna di queſte idee primigenie coſtituiſca una ſoſtanza; non per tanto abbiamo la neceſſità di maneggiarle, e di diſcorrerci ſopra, come ſe foſſero vere ſoſtanze. Poſti tra i fenomeni i mentovati attributi alla materia eſſenziali, fa di meſtieri aguzzar bene l'ingegno, per inveſtigare i più remoti principj, che ſotto profondamente vi ſi naſcondono. Ma quali ſono queſti miſterioſi principj? altro non ſo riſpondere, ſe non che ſi appellano elementi, o monadi: e ſe vado in traccia delle lor proprietà, mi viene inſegnato, che non ſono eſteſi, e pure uniti inſieme producono l'eſtenſione: che non ſono inerti, e da eſſi l'inerzia la ſua origine riconoſce: che non an in ſe medeſimi o moto, o forza, e non oſtante ciò riſiede in eſſi una virtù poſſente a generare la forza, e il moto. In una parola dobbiamo immaginarci innumerabili unità metafiſiche dotate di varie proprietà ignote, e piuttoſto relative, che aſſolute, alle quali ſi appoggino la trina dimenſione impenetrabile, e la forza, che abbiano a riputarſi in Fiſica ſiccome principj, quantunque ſiano realmente fenomeni.

XVII.

L'eſpoſte novelle idee ſi ſono prodotte o in grazia di qualche metafiſica ſuppoſizione, o perchè ſi è penſato, che d'ogni finito effetto non ſi poſſa render ragione per via de' ſoli dati meccanici. Ma l'ignoranza umana, e l'avidità di ſaper troppo non dee far sì, che ſi ſconvolgano le maſſime capitali, ed accumulando principj ſopra principj, ſi venga a tale, che due ſiſtemi onninamente diſparati in un ſol ſiſtema ſi uniſcano. Moltiſſimi effetti ci ſono, nella ſpiegazione de' quali ſi ricorre ſemplicemente alle affezioni primarie della materia, grandezza, figura, e moto, ed alle impreſſioni indi naſcenti, e non cade per ombra in penſiero ai ſeguaci del Leibnizio, e del Newton di mettere in iſcena le monadi, e le attrazioni. Coſa anno che fare queſte recenti viſte colle leggi della comunicazione de' movimenti, colle forze compoſte, o equipollenti, e con parecchi altri fenomeni, che ſoltanto dagl'impulſi modificati dalle azioni, e dalle reſiſtenze traggon l'origine? Sarebbe obbligata la Natura ad impiegare due differenti magiſterj, ora uſando gli ordigni fiſici, ed ora le unità metafiſiche; ora ſpingendo, ed ora attraendo, ſenza che ci foſſe un criterio fermo, a quale de' ſuoi artificj in molti caſi ella ſi appigliaſſe. Oltre che ſarebbe di meſtieri partirla in due, e tirare una linea di confine fra le naturali apparenze più conte, e paleſi, per iſviluppare le quali baſtano i comuni princi-

pj

pj da tutti concordemente abbracciati; e tra le altre fuor di modo recondite, a cui le nozioni ordinarie non si sono per anche con felice successo applicate. Se per occasione di ciò, che non si sa, ed i nostri posteri forse sapranno, nuove, ed impensate cagioni anno ad escogitarsi (avvegnache costa poco a spendere una parola vuota di significato) la cosa non si ridurrà mai a termine. Alla comparsa di qualche strano astruso fenomeno, cui mal si adatteranno le teorie di fresco inventate, bisognerà moltiplicare le immaginazioni: e Dio voglia, che non si richiamino dall'esilio le facoltà misteriose, e le qualità occulte de' buoni vecchj maestri, e le visioni, e le segnature de' Chimici, con altre di simil conio, alle quali innumerabili se ne avranno da accoppiare di mano in mano a misura delle occorrenze. Non ci farà, credo io, filosofo sì coraggioso, che colle cognizioni o vere, o false, che ingombrano il suo intelletto, presuma di epilogare nella sua testa l'Universo tutto, e di esaurir la Natura.

XVIII.

Io mi sono sul bel principio adoperato, come i Geografi, i quali in una picciola carta compendiano l'ampiezza delle terre, e de' mari; ed in simil guisa ho poste sotto gli occhi de' Lettori le principali provincie, in cui il mondo filosofico si divide. Nel tempo stesso ho giudicato opportuno lo spargere alquanti semi di metodo, concernenti principalmente l'unità della Scienza fisica, e de' suoi principj, e la maniera più chiara, e più sicura di ragionare. Sono però convinto, che non avanzeremo gran fatto cammino, almeno fin a tanto che intorno le massime fondamentali di questa disciplina dureranno i dispareri, e dominerà lo spirito delle fazioni.

CAPITOLO SECONDO

D'un assioma comune a tutti gli antichi Fisici.

I.

CErti assiomi sono forse di minor uso, perchè troppo chiari, ed evidenti, come per cagion d'esempio: una cosa non può nel tempo medesimo essere, e non essere: il nulla non è fornito di qualità. Egli è vero, che in sì fatte manifestissime proposizioni va finalmente a terminare l'ultima analisi degli umani raziocinj: ma rare fiate interviene, che si muova questo passo, se non se per opporsi alle vane sottigliezze de' Settici, o alle meschine gavillazioni degli ostinati. I pronunciati, de' quali favello, per l'ampio circuito delle Scienze ugualmente si dilatano, ed io vado in cerca di quelli, che più da presso alla Fisica ponno applicarsi: ed il primo, che si affaccia, si è il tanto famoso

Ex nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti,

viene a dire, che dal nulla una qualche cosa non nasce, e nel nulla una qualche cosa non si risolve: affioma, che da' vecchj filosofanti è stato concordemente piantato, siccome fondamento delle fisiche speculazioni.

II.

E da tale principio anno eglino unanimamente dedotta l'eternità della materia, o messa in moto da un primo Motore per sentimento d'Aristotele; o ordinata da una mente provida giusto l'opinione degli Stoici; ovvero regolata dal Caso secondo Epicuro; o finalmente diretta da una fatale necessità conforme Stratone. Questa illegittima conseguenza ha posto in guardia i Teologi, ed ha loro dato motivo di limitar l'affioma; ammettendolo per vero, quando si pongono semplicemente in opera le forze finite della Natura, ed escludendolo siccome falso, ogni qual volta vi s'impieghi la forza infinita dell'Autore della Natura medesima.

III.

Io per me non arrivo a capire, qualmente il nulla possa mai essere il subbietto, da cui si cavan le cose; concioffiachè se al niente non compete qualità alcuna, o per meglio spiegarmi, alcuna realità; egli è evidente, che non può fondarsi sul nulla qualunque essere corredato di proprietà vere, e reali. Quando dunque si dice, che Dio ha estratto il mondo dal niente, la propofizione ha un ottimo senso: cioè, che ciò che comincia ad essere per via di creazione, prima non c'era, e che la cosa prodotta, dal suo Facitore distinta, non è un pezzo di Divinità, conforme mal asseriscono gli Spinofisti. Che se poi la propofizione stessa si porta un passo innanzi, quasi che Iddio siasi servito del niente siccome d'una miniera infausta, donde abbia cavate le creature; parmi, che l'espressione possa essere alquanto più chiara, e più sincera in dicendo, che tutto ciò, che esiste fuori di Dio, l'ha tirato Egli dal tesoro delle sue idee, e della sua onnipotenza. Anzi Scoto, fra gli Scolastici cognominato il Sottile, ci ha benissimo avvertiti, che qualsisia cosa ha per base della sua essenza, e delle sue proprietà un qualche divino attributo. Intanto la materia è estesa, in quanto Dio è immenso: e la mente umana è consapevole di se medesima, perchè in Dio risiede un infinita coscienza. Non ci darà dunque noja la illazione de' Fisici Greci, che se dal nulla non si genera salvo che il nulla, la materia debba supporsi eterna: qualora si rifletta, che tutte le cose traggon l'origine, non mai dal niente, ma bensì dalla possanza, e dalla volontà di un Ente infinito, ed eterno. Intorno un punto di tanta importanza mi riserbo di ragionare accuratamente, quando più di proposito m'interno nelle affezioni della materia.

IV.

IV.

In queſto mentre un acutiſſimo Geometra, ed è l'Abb. D. Guido Grandi, ſi è dato a credere, che il niente replicato infinite volte ſi renda atto a produrre qualche coſa. Sin a tanto, che ſtiamo dentro i confini del finito, per quanti zero in una ſomma ſi congiungano, non fanno mai altro, che zero. Ma quando l'operazione all'infinito ſi eſtende, l'aggregato d'innumerabili nulla ſi trova eſſere equivalente ad una data quantità. Nè deſume egli la preteſa dimoſtrazione dalla grandezza $\frac{1}{2}$, la quale del pari può eſprimerſi per la frazione $\frac{1}{1+1}$. Ora ſe iſtituiſco colle regole note una iterata diviſione, che mai a fine non ſi riduce, mi ſi preſenta la ſerie compoſta di termini infiniti (A) $1-1+1-1+1-1+1-1$ &c. $=\frac{1}{1+1}=\frac{1}{2}$

Ognuno comprende, che la progreſſione ſegnata (A) continuata ſenza fine contiene in ſe ſteſſa infiniti nulla; eſſendo che $1-1=0$, e pure la ſua ſomma totale non è già zero, ma una quantità data $=\frac{1}{2}$: per la qual coſa il nulla infinitamente replicato ci dà una grandezza finita.

V.

Prima di ſoddisfare alla difficoltà con un'adequata riſpoſta, piglio ſotto gli occhi la general eſpreſſione $\frac{m}{2}=\frac{m}{1+1}$, e per via delle diviſioni riducendole ad una ſerie, trovo (B) $m-m+m-m+m-m$ &c. $=\frac{m}{1+1}=\frac{m}{2}$.

E perchè ſi verifica la ſeguente equazione $1-1=m-m$; ne ſegue, che prorogate all'infinito ambedue le progreſſioni (A) (B), tanti nulla nè più nè meno conterrà la prima, quanti la ſeconda; ma gl'infiniti zero della ſerie (A) equivagliono alla magnitudine finita $=\frac{1}{2}$, e quella della ſerie (B) all'altra grandezza parimente finita $=\frac{m}{2}$; dunque ſe ambo le progreſſioni contengono una pari copia di termini, e gl'infiniti nulla dell'una, e dell'altra ſono una coſa medeſima; fra le due quantità $\frac{1}{2}$, ed $\frac{m}{2}$ ſi rinvenirà la ragione di egualità: lo che è un palpabile aſſurdo. Appreſſo per la ſpezie m io poſſo eſporre qualſivoglia grandezza, tanto dell'ordine delle aſſegnabili, quanto delle infinitamente grandi, e delle infinitamente picciole di varj generi; e perciò gl'infiniti zero ſaranno eguali a norma della ſuppoſizione, che mi piacerà d'eleggere, a quantità tali,

tali, che fra loro si risponderanno non solamente in qualunque data proporzione, ma di più in una o per un verso, o per l'altro infinitamente lontana. Forse un nulla è maggiore, o minore anco infinite volte d'un altro nulla, o pure l'aggregato d'innumerabili zero costituisce una grandezza variabile, che all'infinito si aumenta, o si diminuisce, e che del pari si adatta a tutte le ipotesi?

VI.

Messe in vista le ripugnanze, ci vuol poco ad iscoprire l'equivocazione. Si noti per tanto, che nella progressione (B) s'io mi fermo nei termini pari, la sua somma è sempre nulla: ma se all'incontro faccio pausa sugl'impari, diventa la somma stessa eguale alla quantità m. Così succede mentre il numero de' termini non esce dai limiti del finito: all'opposto quando all'infinito si procede, nasce l'ambiguità; perchè essendo indeterminato l'ultimo termine della progressione infinita, il porlo pari, o dispari egualmente ripugna. Quindi non essendoci motivo, per cui il valore della serie sia piuttosto la quantità m, che il nulla; è necessario, che ci stia di mezzo, e che ci vegna esposto da una media aritmetica fra m, ed o; onde rettamente si esprima per $\frac{m}{1+1} = \frac{m}{2}$.

VII.

Restituita al nostro assioma la sua contrastata evidenza, m'inoltro ad investigare, che uso se n'abbia fatto, ed osservo, che dall'essere stato preso più ristretto, o più largo, tirano l'origine le principali Sette degli antichi Filosofanti. Metto la materia per universale principio di tutte le produzioni, e primieramente la fingo con Aristotele spogliata di tutte le proprietà, che nei misti si ravvisano; onde non sia nè calda, nè fredda; nè dura, nè fluida; nè pesante, nè leggera; nè opaca, nè diafana &c., e che di più in essa non si rinvengano nè sostanza, nè quantità, nè qualità. La sua natura semplicemente consista nell'essere un comune soggetto di tutte le forme, le quali dalla sua potenza quasi da radice germogliano, e sono da essa distinte realmente, conforme c'insegnano per la maggior parte i Peripatetici. Posto ciò bisogna farsi a considerare, se le forme nel suo essere compiute abbiano proporzione di sorta alcuna con quella entità imperfettissima, cui si dà nome di materia prima, dal cui seno scaturiscono; la quale altro non è fuorchè una potenza metafisica, una spezie d'ideale relazione, un non so che fra l'essere, e il nulla, e che per servirmi della frase di Sant'Agostino, solamente *ignorando intelligitur*. Ora comprenda chi può, qualmente le innumerabili proprietà, di cui vanno adorne le sostanze, da un fondo tanto meschino, e povero estrarre si possano. Gli Aristotelici dunque oltre il dovere anno dilatati i confini dell'assioma, su cui ragiono; contentandosi, che una idea astratta, o piuttosto un vocabolo serva di base a

tutta la varietà de' compoſti: attalchè per ſuo mezzo ſi metta a coperto il gran principio, che le coſe dal nulla non ſi producono.

VIII.

Con aſſai maggior circoſpezione del menzionato aſſioma ſi valſero gli Epicurei. Avendo eglino ammeſſa ne' loro atomi omogenei per la ſoſtanza alquante affezioni, parte ſimili, cioè la durezza, ed il moto, e parte diſſimili, cioè la grandezza, e la figura; ſi credettero, che la ſola differente combinazione delle particole elementari foſſe ſufficiente a ſpiegare tutti i fenomeni. Ed in fatti ſe tra gli atomi ſe ne trovano alcuni più grandi, ed altri più minuti; alcuni liſci, ed altri ſcabri; alcuni rotondi, ed altri uncinati: e fra i compoſti alcuni più denſi, ed altri più rari a cagione del vuoto interſerito; non è malagevole impreſa il render ragione della ſottigliezza, e della forza del lume, della fluidità dell'aere, e dell'acqua, della ſaldezza dei corpi duri, e di moltiſſime naturali apparenze. Il punto ſta, che ſiamo poi aſtretti a farè il gran ſalto, e ad inghiottire il molto maſſimo inconveniente, che dagli atomi privi di ſenſo, e di cognizione, col ſemplicemente accozzarli inſieme, naſcano le ſenſazioni, ed i penſamenti. Ed è un miſerabile ſutterfugio il ricorrere alla rotondità, alla politura, alla menomezza, ed al rapido ruotamento degli atomi; avvegnachè ſe ogni atomo in particolare non ſa d'eſſere, accoppiandone parecchi, e formandone un aggregato, capirò bensì, che ſi mutino i contatti, e che ſi diverſifichino le poſiture; ma non mai, che ſi generi una coſcienza; eſſendoci troppo grande ſproporzione tra la cauſa, e l'effetto. Ben è vero, che il celebre Pietro Gaſſendo da queſta, e da altre moſtruoſe opinioni ha purgato il Siſtema d'Epicuro, il quale illuſtrato, e corretto può camminare del pari colle più rinomate ipoteſi fiſiche.

IX.

Faccio paſſaggio ai Capi di Setta, che perſuaſi non poterſi con un ſolo principio omogeneo ſoddisfare a tutte le operazioni della Natura; ne anno ampliato il numero, mettendone chi più, chi meno a miſura de' varj loro diviſamenti. Ricordo i quattro elementi d'Empedocle adottati anco da Ariſtotele, e per ora generalmente avvertiſco, che quanto più ſi aumenta la moltitudine delle ſoſtanze primigenie, tanto maggiormente viene a riſtringerſi il ſopraddetto aſſioma. Ad eſſo niuna limitazione arrecherà certamente l'omeomería di Anaſſagora, il quale confondendo i principj coi fenomeni voleva, che niente mai di nuovo ſi generaſſe.

Penſa egli dunque, che il principio primo,
Che da Lui vien chiamato omeomería,
Altro non foſſe, che una confuſione,
Una maſſa, un miſcuglio d' ogni corpo:
In guiſa tal, che il generar le coſe

Sola-

Solamente consista in separarle
Dal comun Caos, ed accozzarle insieme
E così l'ossa di minute, e picciole
Ossa si creino, e di minute, e picciole
Viscere anco le viscere si formino:
Di più bricciole d'or l'oro si generi:
Cresca la terra di minute terre,
Di fochi il foco, d'acque l'acqua, e finge
Che ogni altra cosa in guisa tal si faccia.

Appoggiava costui, se io mal non mi appongo, il suo Sistema alla comune sperienza, che di tutto non si sa tutto. Un sasso non è atto a cangiarsi, come le vivande, in carne, ed in ossa: segno manifesto secondo lui, che nel sasso non si contengono le particelle d'ossa, e di carne, le quali dai cibi, e dalle bevande, che ci servono di quotidiano alimento, opportunamente si separano.

X.

Spesse fiate per voler conseguir troppo, nulla si ottiene. Nella sentenza d'Anassagora i principj, e i prodotti talmente si mescono, e s'imbrogliano, che essendo impossibile il distinguerli, e gli uni, e gli altri svaniscono. Io non getterò parole in oppugnare una sentenza da lungo tempo abbandonata: sebbene si è ingegnato Claudio Berigardo di farla rinascere. Darò piuttosto una ripassata su i quattro elementi d'Empedocle, e d'Aristotele, sostenuti con vigore da qualche valentuomo del precedente secolo, e contro d'essi muovo due importanti difficoltà. In primo luogo dico, che la scelta è meramente arbitraria, e nata dal pregiudizio de' sensi. Signoreggiano, per così esprimermi, nel nostro globo i quattro gran corpi terra, acqua, aere, e fuoco; perciò senza altro esame si sono assunti siccome quattro generali principj, onde le cose tutte si formano. Immaginiamci di essere trasportati in qualche pianeta o principale, o secondario, in maggior, o minor distanza dal Sole, e che ivi abbiamo a filosofare dietro i dettami del fisico Agrigentino; tengo per fermo, che in ognuna delle gran moli, giusto le sostanze predominanti, se ne sarebbe una differente elezione. Si terrebbe saldo il fuoco, o la luce, che da per tutto si spande: per altro in veggendo, che i primarj fluidi, e solidi de' nostri assai più rari, o più densi sono d'indole totalmente diversa dalla nostr'acqua, e dalla nostra terra, e che si dubita, se la Luna dalla sua atomosfera sia circondata; o si dovrebbono in ciascun pianeta pigliare per principj sostanze affatto disparate, ovvero con più ragione nessune d'esse potrebbe far figura di Principio.

XI.

In secondo luogo: comechè i quattro noti elementi sotto varj aspetti ci compariscono innanzi; in essi però, al pari de i corpi misti, certe pro-

prietà comuni ci si ravvisano, e fra queste le quattro qualità principali de' Peripatetici, cioè umidità, e siccità, freddezza, e calore. In ognuna d'esse gli elementi a coppia a coppia convengono: per la qual cosa fa di mestieri esserci un qualche comune principio, su cui le affezioni analoghe si fondino; e che conseguentemente abbiano da escludersi dal numero de' principj quelli, che in altri più semplici, e più generali si risolvono. Oltrechè sebbene Empedocle, per aprirsi la strada a dilucidare una maggior copia di fenomeni, ha stimato bene di adottare i quattro elementi; non per tanto la sua ipotesi, come pure tutte le altre de' vecchj fisici, e de' nuovi chimici riescono manchevoli, ed imperfette. Ci sono molte apparenze, che dalla mescolanza de' suoi elementi, e nè meno dalla separazione dei semi d'Anassagora in nessun modo dipendono, e tali sono la gravità, la virtù elastica, e la comunicazione de' moti, e delle forze. Secondo me rinviene sempre allo stesso il dedurre un effetto da una cagione aliena, che non ci ha che fare nè molto, nè poco, o il farlo nascere immediatamente dal nulla. Coloro, che danno opera alle fisiche ricerche, tenganſi a mente questa verità, per cui impareranno a distinguere i filosofi dai visionarj.

CAPITOLO TERZO

Del possibile, e dell' impossibile.

I.

DOpo aver diligentemente esposti gli usi, e gli abusi, coi quali è stato maneggiato il celebre antichissimo assioma,

Che nulla mai si può crear dal nulla,
E nulla mai puote ridursi in nulla,

mi rivolgo a proporne alcuni più chiari della luce del mezzo giorno, e tanto evidenti, quanto l'evidenza medesima. I primi fondamentali principj delle nostre cognizioni deggiono essere dotati di tre importanti requisiti. Egli è necessario, che siano universalmente veri, e non soggetti a qualsivoglia limitazione: che sieno generali, onde frequentemente vengano ad uso: e che siano non troppo astratti, e sterili; ma contengano in se stessi una seconda miniera di conseguenze. Le non mai interrotte meditazioni mi anno insegnato, che tre primi universalissimi principj anno a stabilirsi, a cui tutti gli altri si riferiscono, siccome basi immobili della Fisica: e sono il possibile, e l'impossibile, la indifferenza, e la debita proporzione fra le cagioni, e gli effetti.

II.

II.

E cominciando dal primo, è notabile, che l'acutiſſimo Criſtiano VVolfio delle Sentenze Leibniziane indefeſſo propagatore premette nelle ſue opere la definizione della Filoſofia, la quale ſecondo lui altro non è, ſe non la Scienza delle coſe poſſibili. Io non ho difficoltà d'accettare per bella, e per buona l'aſſegnata definizione, ogni qual volta però la nozione del poſſibile legittimamente ſi adoperi. Tutti i filoſofanti concordemente aſſeriſcono, che ogni qualunque coſa, o proprietà delle coſe dee riporſi nella claſſe delle poſſibili, mentre non ci preſenti una manifeſta contraddizione: e da ciò ne ſegue, che la contraddizione ſi è quell'unico, e giuſto criterio, per cui il poſſibile dall'impoſſibile ſi diſtingue. In fatti ſe io mi fingo un eſſere fornito d'affezioni tali, che vicendevolmente ſi contraddicono, come per eſempio una figura, che ſia nello ſteſſo tempo e cerchio, e triangolo; egli è evidente, che opponendoſi le proprietà dell'uno a quelle dell'altro, per quanto ſforzo io mi faccia per congiungere in una le due differenti idee; reſtano eſſe a mio diſpetto ſeparate nella mia mente, ed in iſcambio di concepire un cerchio-triangolo, mi accorgo, che ora contemplo un circolo, ed ora un triangolo. Non ſi può dunque tutto in una volta fare, e diſfare, mettendo un nuovo attributo, che l'altro già meſſo cancelli: e nemmeno una potenza infinita arriva a creare, e a diſtruggere una coſa medeſima nel medeſimo iſtante, e colla medeſima azione.

III.

E ſe con tanta chiarezza, ed evidenza cammina la faccenda; donde poi ſono pullulate le controverſie, che tutto dì s'agitano con calore ſpecialmente fra gli Scolaſtici, intorno il poſſibile, e l'impoſſibile? Ciò naſce indubitatamente, perchè i dotti ſogliono contentarſi di poco, e per dar corſo alle loro diſpute, ſanno la ſola probabilità miſura dell'uno, e dell'altro: mentre in una materia sì delicata, e malagevole non ci vuol meno d'una eſatta dimoſtrazione.

IV.

Piglino in buona parte i diſcreti Lettori una mia novella, e forſe non più udita propoſizione: ed è, che le coſe fin ora ſi ſono preſe al roveſcio. Per farmi intendere io dico, che bene ſpeſſo deciderò francamente della impoſſibilità d'una coſa; atteſochè ne ſarò convinto da una prova in tutto rigore dimoſtrativa: all'incontro venendo interrogato, ſe la tal coſa è poſſibile; non ardirò alle volte, diſcorrendo maſſime colla dovuta circoſpezione, nè di negarlo, nè di affermarlo. La ragione ſi deſume da ciò, che quantunque preſentemente io non ci ravviſi ripugnanza di ſorta; può eſſere, che ce la veda un giorno, o l'altro, conforme più fiate mi è accaduto, e ne ho pubblicato un qualche Saggio. E quando il mio

fiacco

fiacco intelletto non giunga mai a diſcernerla; non mi prometto, che un ingegno più penetrante non me la faccia toccar con mano, o almeno, che la ſcoperta ai noſtri poſteri non ſi riſerbi. In tale incertezza, piuttoſto che correre riſchio d' ingannarmi, non è miglior partito aſpettar nuovo lume, e che frattanto il mio aſſenſo in favor della poſſibilità cautamente ſoſpenda?

V.

Chi bramaſſe ſapere qualmente ſi ſiano i fiſici adoperati; gli dirò colla mia ſolita ingenuità, ch' eglino oltre modo ſono ſtati proclivi a dichiararſi parziali del poſſibile, deluſi ſenza fallo dalle prime apparenze, e ſenza curarſi di eſaminare profondamente il ſubbietto, e dedurre in lunga ſerie le conſeguenze, che in molti caſi gli avrebbono liberati dai pregiudizj. O dunque ſi aſſegnino ad una qualche coſa le proprietà, o le leggi della Natura ſi ſtabiliſcano; inavvedutamente ſi laſciano correre delle ripugnanze, e delle contraddizioni. Non ſi creda già, che ne vadano immuni i maeſtri di primo nome, perchè le opere loro ne ſono piene a dovizia, e temo anch' io di urtare frequentemente in queſto ſcoglio quaſi inevitabile, benchè ſegnato nella mia carta da navigare. Per me ſtimo, che meriti una pari lode colui, che ſi prende la briga di purgare la Fiſica da' vecchj errori, a confronto d'un altro, che di nuove verità l'arricchiſce. Nel proſeguimento della mia fatica mi naſceranno molte occaſioni di rilevare parecchi sbagli in tale propoſito; acciocchè in paſſando da mano a mano, da libro a libro, come alla giornata interviene, non ſeguitino a propagarſi, e ad accreſcerſi.

VI.

Confeſſo, che in sì fatte inchieſte s'incontrano per lo più graviſſime difficoltà, e qualche fiata quaſi inſuperabili; conciofſiachè non per mezzo d'ogni filo di raziocinio ſi perviene a quella particolar illazione, che in ſe contiene l'aſſurdo: e ſovente accade, che neſſuna delle ſtrade da noi battute ci guidi ſpeditamente alla meta: anzi che le più piane, e diritte ci facciano deviare, e che le più torte, ed obblique al termine del viaggio felicemente ci guidino. Talora la fortuna ha il ſuo ingegno: ma molto ſi debbe alla ſagacità, ed alla induſtria, e moltiſſimo all'aſſiduità, ed alla pazienza di aggirare la coſa per tutti i verſi; perchè quand'anche dopo varj tentativi non ci va fatto di ſcoprire la cercata ripugnanza, non biſogna perderſi d'animo. O dobbiam dunque replicar le ricerche, o almanco tener in bilancia i noſtri giudizj.

VII.

Pochi ſubbietti ſono ſtati con più accuratezza diſcuſſi di quello intorno le reſiſtenze, per cui i mezzi fluidi ſi oppongono al moto de' corpi ſolidi.

di. Di esso anno scritto ampiamente il Vallis, l'Ughenio, il Newton, il Leibnizio, l'Ermanno, l'Eulero, e fra gli altri il Varignon, il quale con una minuta esattezza, carattere proprio di questo autore, non ha lasciato addietro nè meno un picciolo corollario. Si è assunta la resistenza o come costante, o come proporzionale alla velocità o semplice, o duplicata del solido; a misura che si è stimato, che tragga l'origine o dalla tenacità, o dal soffregamento, o dalla inerzia del fluido: i quali elementi, o si sono presi ad uno ad uno, ovvero a due a due, o tutti e tre insieme accoppiati. Appresso si sono poste variabili le forze sollecitanti, ed i mezzi o di uniforme, o di differente densità. In somma per dar l'ultimo compimento alla materia sembra, che nulla siasi trascurato. Eppure se si fosse fatta l'avvertenza, che per estinguere la velocità o acquistata, o impressa non ci vuol meno d'un tempo, o d'uno spazio infinito; si sarebbono accorti i lodati geometri, che le Ipotesi da loro adottate, siccome contrarie alla sperienza, sono matematiche, e non fisiche. Aggiungerò io, che le due posizioni delle resistenze o costanti, o in ragione dell'attuale semplice celerità deono rifiutarsi, per essere impossibili, e che la terza, la quale misura gli ostacoli dal quadrato della velocità, non ha luogo, salvo che in una sola circostanza: verità tutte, che in progresso si dimostreranno invincibilmente.

VIII.

Sogliono frequentemente i più sublimi analisti, quando talvolta non conoscono le leggi, con cui la Natura regola le sue operazioni, appigliarsi al partito d'abbracciarle tutte sotto una generalissima formola; acciocchè se per avventura la vera, e la legittima viene col tempo a palesarsi, l'abbiano per così dire preoccupata; onde basti limitare l'universale espressione, per cavarne le conseguenze, ad esplicare i fenomeni. Insistendo nell'addotto esempio, si può concepire il problema nella seguente maniera. Nei mori in qualunque modo accelerati, o ritardati, data la resistenza per una generale funzione dell'attuale celerità, e la densità del mezzo per una qualsivoglia funzione degli spazj o corsi, o da correrſi; investigare le affezioni del movimento, con cui il solido si fa strada a traverso del fluido. Il quesito, se io mal non mi appongo, è insolubile; perchè nel caso nostro, ed in altri simili gli artifizj più sottili della Geometria, e dall'analisi ci abbandonano. E quand'anche ci riuscisse di venirne a capo; il possibile coll'impossibile talmente si mesce, e confonde, che per separare l'uno dall'altro, ci rimane a soddisfare ad una quistione, che della già proposta è incomparabilmente più ardua. Il Sig. Ab. Giuseppe Suzzi primario Professore di Fisica nella Università di Padova, ammonito dall'esperienza, che un corpo, il quale cammina per un mezzo liquido, più presto, o più tardi si ferma, dopo aver trascorso uno spazio determinato in tempo finito; si è preso l'assunto di segregare que' canoni, che col fenomeno si accordano, dagli altri, che vi repugnano. E nella sua elegante dissertazione nei nostri giornali inserita non contento del primo passo, ci suggerisce gl'indizj,

dizj, per iſcoprire a forza di accurate oſſervazioni confrontate coi calcoli dipendenti dalla teorica, le vere leggi delle reſiſtenze, almeno per via d'approſſimazione. Ma ſecondo me rimane ſempremai un oſtacolo da vincerſi; concioſsiachè mi cade in ſoſpetto, che la Natura nel principio, e nel proſeguimento de' menzionati movimenti vada paſſo paſſo mutando regole: e ſebbene il ſucceſsivo cangiamento ſarà diretto da un incognito magiſtero; il tener dietro ad una iſpezione sì perpleſſa ſupera di lunga mano la noſtra capacità.

IX.

Per levar di mezzo le dubbietà io propongo due metodi. Il primo è diretto, e conſiſte nel dedurre dimoſtrativamente da principj infallibili, o almanco da ſenomeni noti le leggi fiſiche. Così ſiamo ſicuri, che canoni differenti dagli ſcoperti la Natura non mette in opra; perchè altrimenti eſsa darebbe di petto negl'inconvenienti, ed a ſe medeſima ripugnerebbe. Ma quì naſce appunto l'ambiguità, ignorando noi, ſe le leggi eſcluſe, ſiccome aſſurde, e mal convenienti alla preſente coſtituzione di coſe, poſſano aver luogo in un altro mondo fabbricato con differente ſtruttura. Ogni qualvolta i principj ſono d'eterna incommutabile verità, le leggi naturali indi per via dimoſtrativa derivate alla ſteſſa claſſe appartengono, e vanno del pari colle irrefragabili propoſizioni geometriche. Il Sig. Daniello Bernoulli negli atti della reale Accademia di S. Pietro-Burgo ha invincibilmente provato, che il canone delle forze compoſte, o ſia equipollenti è talmente vero, che il non ammetterlo porta ſeco contraddizione. Nel tempo ſteſſo, ſeguitando l'opinione del Leibnizio, ripone fra le leggi di pura ſcelta, e di convenienza quella delle forze vive proporzionali alla velocità duplicata, e quelle altresì del Galileo intorno il moto accelerato dei corpi guarniti di coſtante gravità. Io ſu tali punti preſentemente nulla decido; concioſsiachè il fiſico adempie del pari alle ſue incombenze, qualunque volta deduce legitimamente le ſue concluſioni o da principj d'inevitabile neceſsità, o da quelli di congruenza, e di elezione. Può eſſere, ch' egli s'inganni, reputando del ſecondo genere certe verità, che al primo forſe appartengono: ma ſtando dentro i confini de' fiſici inveſtigamenti, non importa guari chiamar in ſoccorſo la geometria più ſublime, e la metafiſica più ſottile, per difinire tal ſorta di quiſtioni malagevoliſsime a ſvilupparſi.

X.

Il ſecondo metodo, ch' io propongo, procede indirettamente, e ſi adopera in ridurre la coſa alla ripugnanza a forza di cavar conſeguenze; onde per queſta ſtrada obbliqua ſi pervenga alla verità. Ho già inſinuato, che in due ſpezie denno partirſi gli aſſurdi. Quei della prima ſi appellino aſſoluti, e metafiſici; perchè in neſsuna maniera ſanar ſi poſſono, e condotti all'ultima analiſi vanno a finire nella contraddizione. Gli altri, che

io

io chiamo relativi, ed ipotetici, ci ammoniſcono, che alcune leggi naturali ſeggeriteci dalla noſtra fantaſia non entrano nel preſente meccaniſmo dell'Univerſo; laſciandoci frattanto in dubbio, ſe per avventura ad un differente Siſtema adattar ſi poſſano. Degli uni, e degli altri non mancano eſempj. Fingaſi, che le velocità acquiſtate dai corpi cadenti animati da una coſtante gravità ſieno proporzionali agli ſpazj traſcorſi; laonde poſta (g) la gravità (m), la maſſa del mobile (u), le velocità creſcenti, e (t) i tempi delle diſceſe, abbiaſi a norma della ipoteſi aſſunta $gs = mu$, e preſe le differenze $gds = mdu$; e giacchè la fluſſione dello ſpazio ſi miſura dalla velocità attuale moltiplicata nell'elemento del tempo, che ſi ſpende dal grave nel correre per uno ſpazio minimo, cioè a dire $ds = udt$; dunque ſoſtituendo in vece di ds il ſuo valore, $gudt = mdu$, ovvero $\frac{gdt}{m} = \frac{du}{u}$, ed integrando $\frac{gt}{m} = \log. u$. Ma eſſendo nel principio del moto la velocità nulla, per l'indole della curva logiſtica il ſuo logaritmo è infinito; dunque infinito tempo ci ſi richiede, perchè il mobile cominciando a diſcendere, acquiſti un grado quantunque piccioliſſimo di celerità. Dimoſtrato queſto paradoſſo dal Sig. di Fermat per via del metodo degli antichi, ha egli chiuſa la bocca agli avverſarj del Galileo. Ed ecco una ripugnanza del primo genere; conciofſiachè il corpo ſiccome peſante dee neceſſariamente calar a baſſo, e nel tempo ſteſſo ſi regola la ſua caduta con una legge contradditoria, che lo fa perſiſtere immobile nel punto eſtremo della ſua ſublimità.

XI.

A fine di porre in viſta un inconveniente della ſeconda ſpezie fingiamo, che ad uno de' noſtri Pianeti ſia ſtata da prima comunicata una velocità di projezione finita bensì, ma però eguale, o maggiore di quella, che ſollecitato da una ſcala di forze ſerbanti la ragione reciproca duplicata delle diſtanze dal centro, avrebbe acquiſtata diſcendendo da uno ſpazio infinito. Egli è certo, ſiccome altrove ho dimoſtrato, che verrebbe a deſcrivere una parabola, o una iperbola Apolloniana. Poichè queſte due curve ſi dilungano all'infinito dal foco, che è il centro delle forze, il pianeta ſi diſcoſterebbe immenſamente dal Sole: la qual conſeguenza contiene un aſſurdo non metafiſico, ma fiſico. Imperciocchè ſe i pianeti dal Siſtema Solare cotanto ſi allontanaſſero, ben preſto ſi diſcioglierebbe il mentovato Siſtema.

XII.

Rimane, che compendiando le coſe fin quì ſpiegate, alcuni canoni ſi ſtabiliſcano. Primo: ciò che è, o che fu, è ſenza fallo poſſibile. Di ciò, che ſarà io mi diſpenſo dal render conto. Tal uno riputerà, che io ſcherzi, nel laſciarmi uſcir di bocca una propoſizione apparentemente cotanto frivola: ma non così coloro, che ſanno di quante lepidiſſime favo-

lette ſi trovano ingombrati i libri degli antichi maeſtri, e quel che importa più, anco de' moderni, ai quali ſiccome più accurati, e molto meno amanti del mirabile, ſi ſuole preſtar maggior fede. Meſſe da canto le viſioni del popolo troppo credulo, di quante inezie non è imbrattata la Storia della Natura? Ce ne rendano teſtimonianza due valentuomini Italiani il Redi, ed il Vallisnieri, che ci anno impiegato l'intero corſo della lor vita in nettarla, ed in ripulirla. Quanti ſperimenti ſi pubblicano alla giornata o dubbioſi, o equivoci, o mal circoſtanziati, o inventati a diſegno di puntellare una qualche opinione? In oltre c'è una gran diſcrepanza fra la Natura veduta cogli occhi noſtri, e toccata colle noſtre mani, e quella, che ſu i trattati de' Filoſofi ſta dipinta. Ognuno s'ingegna di coſtringerla ad operare a ſuo ſenno, e tanti diverſi meccaniſmi ad eſſa ſi attribuiſcono, quante ſono le differenti ſentenze. Uno de' principali diſetti, che deturpi la Fiſica, conſiſte nel metterſi con ſoverchia fretta a ſpiegare fenomeni falſi. Degli effetti immaginarj, e ſpeſſe fiate impoſſibili quali ragioni ponno mai renderſi, che non ſiano vane, ed aſſurde? Proponeva una curioſa quiſtione Plutarco: per qual cauſa cioè i cani, che dal lupo aveano avuta la caccia, ſuperavano gli altri in velocità. Riſpondeva, che forſe a' più pigri ſarà toccata la diſgrazia di reſtar preda della belva perſecutrice: che la paura avrà dilatati i canaletti de' nervi producitori del moto. Aggiungeva altre plauſibili conghietture, e conchiudea finalmente, che potrebbe eſſere, che la coſa non foſſe vera. Ci ſtia ſempre fiſſa nella memoria la gran maſſima, che prima di tutto abbiamo ad aſſicurarci de' fatti, e guardarci dalle impoſture, indi dar francamente mano ai diſcorſi; concioſſiachè ſe del vero ſi danno frequentemente ſpiegazioni erronee; coſa poi ſarà, quando ſi piglia il falſo, e bene ſpeſſo l'impoſſibile per obbietto de' noſtri diviſamenti?

XIII.

Canone ſecondo: Ciò che legittimamente dalle coſe, che ſono, ſi deduce; può una volta, o l'altra ridurſi ad eſſere, o per lo meno dee giudicarſi poſſibile. Egli è certo, che non eſiſtono in Natura tutte le infinite curve contemplate dai matematici, e ci mancavano forſe poco tempo fa le trattorie, e le logaritmiche. Ma perchè la loro geneſi dipende da principj fermi, e da verità conoſciute; ha potuto la meccanica inventar ordigni per delinearle: e della eſecuzione ſiamo debitori alla ſagacità del Sig. Marcheſe Giovanni Poleni, il quale con un ſempliciſſimo ſtromento ci ha inſegnato a deſcriverle tanto eſattamente, quanto con l'uſo del compaſso una periferia circolare. Non ſolamente la Natura tal fiata produce effetti ſtupendi, e ſuori del conſueto, come ai noſtri giorni i famoſi ſuochi di Gotico nella provincia Trivigiana, dei quali ha dottamente ragionato ſulle mie oculari oſſervazioni il Sig. Lodovico da Riva; ma di più l'induſtria umana accoppiando inſieme varie materie, ed in mille ſogge meſcendole, fa di giorno in giorno naſcere delle novità inaſpettate, o promovendo l'arti vecchie, o introducendo lavori per l'addietro non praticati, e ſia

que-

queſti alcuni tanto maravigliosi, che trammandati alla posterità appena acquisteranno credenza. Con seco ha portato alla sepoltura il suo segreto colui, che sotto gli occhi di tutta Vinegia staccava dalle pareti le vecchie, ed eccellenti pitture a fresco, e ridottele in tanti quadri altrove le trasseriva. Separava egli dalle antiche muraglie, senza punto intaccarle, la sola intonacatura con tanta destrezza, che per quanto fosse grande la superficie, non facea pelo, e rimanevano intatte le figure, e i colori. Di quai cementi, e di quali artificj si serviſse costui, che da se solo operava, è difficile l'indovinarlo.

XIV.

Canone terzo. Non si giudichi impossibile tutto ciò, che ci si presenta sotto l'aspetto di paradosso; imperciocchè certe ripugnanze velate da una ingannevole apparenza, sovente spariscono, se ad una rigorosa discussione si sottopongono. In tal guisa o si toglie di mezzo il mirabile, o si comprende, che la verità con esso talora si accoppia. E quì si avverta, che le cognizioni, le quali ci vengono dalle Scienze più sublimi, sono spessissimo alle popolari direttamente contrarie, e siccome tali oltre la volgare intelligenza si estollono. Che gioverebbe il logorarsi il cervello negli studj, se altre notizie non si acquistassero, salvo che quelle, che alla gente di mondo sono comuni, e che col conversare accompagnate da moltissimi pregiudicj si apprendono? Sino i più abbietti operaj nelle loro arti sanno ciò, che gli altri ignorano, ed avviene, che si prendan giuoco di taluno inesperto del mestiere, che presume di far loro addosso il maestro. Rampognato un Musico da Filippo Re di Macedonia per un passo creduto difettoso; acutamente rispose: sarebbe vergogna, o Signore, che nella mia arte voi più di me ne sapeste. Non è da stupirsi, che rispetto al popolo facciano figura di paradossi le verità insegnate dall'Astronomia, dall'Algebra, e dalla Fisica stessa, facoltà lontanissime dagli ordinarj concepimenti: mentre alla giornata interviene, che soggetti consumati nelle scienze restino sopraffatti in alcune dottrine maravigliose, impensate, ed appena credibili, che colla lor novità gli tengono lungo tempo sospesi, ed irresoluti; attalchè non s'inducono ad abbracciarle, se da ogni lato non le contemplano, e se non rinvengono in essa tutte le note, ed i criterj dell'evidenza.

XV.

Chi si sarebbe avvisato, che la Fisica con suo profitto giugnesse a tanto di far uso dell'impossibile? Sono conosciute dagli analisti certe quantità contraddittorie, che appellansi immaginarie, le quali in alcuni incontri ai naturali investigamenti ponno applicarsi. Egli è vero per una parte, che se a cagion di esempio una velocità, una forza, un tempo, uno spazio mi vien esposto per taluna di queste grandezze, la quale per essere in se stessa ripugnante, non si legge scritta sul libro della Natura; sono abbastanza

ammonnito, che l'ipoteſi onde naſce la concluſione è aſſolutamente impoſſibile. Dall'altro canto poi due quantità immaginarie inſieme accoppiate mi danno una grandezza reale: ed in oltre ſe le radici immaginarie o da ſe ſole, o aggiunte a quantità date poggiano ad eſſere eſponenti di poteſtà variabili, le locali equazioni indi naſcenti appartengono a curve vere, e ſpeſſe fiate de' moti naturali regolatrici. Laſcio a' geometri la briga di ſviluppare il miſterio, ed avverto altro eſſere il progreſſo reale della Natura, ed altro l'artificiale de' noſtri metodi. Baſti per ora che anche l'impoſſibile arrechi utilità, e venga a feſta nella ſoluzione de' problemi più ardui.

XVI.

Canone quarto, ed ultimo. Delle infinite coſe poſſibili, che ſtanno naſcoſte nel profondo della divina Onnipotenza, pochiſſime ſono quelle, che pervenir poſſano alla notizia degli uomini. Le creature ad altri mondi ſpettanti, e guarnite di proprietà non ſolamente incognite, ma eziandio ineſcogitabili, di lunga mano trafcendono le noſtre idee. Meditando noi ſul poſſibile, abbiam ſempre in viſta que' ſoli obbietti, che ne' noſtri ſenſi, e conſeguentemente nella noſtra anima fanno impreſſione, or ampliandoli, ora reſtringendoli, ed ora inſieme accozzandoli. In ordine a ciò gli attributi particolari ſi fan comuni, o al roveſcio, e ſi adattano cauſalmente a ſoſtanze tali, cui in neſſun modo convengono. E ſiccome tutto ciò, che attualmente eſiſte, è ſtabilito nella ſua eſſenza, e nelle ſue affezioni; così nel meſcere, e confonder le coſe, per lo più ſi dà di petto nell'impoſſibile. Non conſiglierei mai il filoſofo a paſcere l'intelletto di sì fatte viſioni, ſe non ſe per iſvelare gli errori altrui, guardandoci frattanto di non aggiungerne de' proprj; perchè ſuo iſtituto ſi è ripeſcare, radendo il lido, qualche verità intorno le coſe, che realmente ſono, e non mica alzar vela nell'immenſo Oceano del poſſibile, che non ha nè fondo, nè ſpiaggia.

CAPITOLO QUARTO

Proſeguimento del ſoggetto intorno il poſſibile, e l'impoſſibile.

I.

Mi faccio ad eſaminare lo perchè ſi piglino tanti sbagli ſul poſſibile, e ſull'impoſſibile, e ſi diſgiungano inavvedutamente le nozioni confacenti, o ſi raccozzino le ripugnanti. Io non aſſumo l'impaccio di teſſere un proliſſo catalogo di fiſiche ſpecolazioni, che ben eſaminate vanno a terminare nell'aſſoluta impoſſibilità; avvegnachè di rado il falſo col poſſibile ſi accorda. A mio parere il motivo del diſordine in ciò conſiſte, che l'idee,

l'idee, le quali agli obbietti de' noſtri inveſtigamenti corriſpondono, ſono frequentemente diſguiſate, e confuſe, e bene ſpeſſo non ſi bada ſalvo che alle prime apparenze. Non è dunque maraviglia, che due idee torbide inſieme ſi accoppino, quantunque onninamente diſparate: ovvero che non potendoſi unire ſenza un lungo giro di raziocinj, incautamente ſi ſeparino. Fa di meſtieri per internarſi nella natura delle coſe, trattenerſi di propoſito ſulle idee primigenie; ponendo indefeſſo ſtudio nel ben concepirle, nel purificarle, nello ſtenderle, e nel combinarle. Così ci verrà fatto, ſe pure ci verrà fatto, che a forza di replicar i diſcorſi, e di cavar conſeguenze, ci ſi ſvelino le ripugnanze, o ci ſi paleſino le congruenze, e che non ſi pecchi o per un verſo, o per l'altro; concioſſiachè qualora non ſi vede chiaro abbaſtanza, non ſi dee recare un precipitato, e cieco giudizio.

II.

Su i caratteri del poſſibile, e dell'impoſſibile ſi fondano le eſſenze delle coſe, e ad eſſi ſi appoggia la loro identità, o la lor diſtinzione. In prima convien determinare accuratamente in qualunque ſoggetto l'attributo più ſemplice, il quale ſi concepiſce come principale, e come radice de' ſecondarj, ed abbiaſi per tale uno di quelli, da cui non ſi può preſcindere, ſenza che ſi diſtrugga, e ſi dilegui l'idea, e nulla rimanga, che ſerva di baſe a' noſtri ragionamenti. Concedo, che ſovente ci vuole della ſagacità per non isbagliare nella ſcelta della proprietà capitale, che debbe comparire dotata d'alquanti requiſiti, cioè d'eſſere inſeparabile dal ſubbietto, e dall'idea, che alla mente lo rappreſenta; d'individuare il ſubbietto in guiſa, che ad altri appartenere non poſſa; e di far figura di principio, da cui tanto le proprietà primarie, quanto le ſecondarie traggon l'origine. Le verità primigenie ſi collocano o fra gli aſſiomi, o fra le ſemplici difinizioni di nome, che ſuppongono l'idea già compiuta; e per riſvegliarla, o per formarla nell'intelletto degli uditori non ci ſi richiede ſalvo che liberarſi dall'equivocazione, ed eſporre a chiare note il ſignificato del vocabolo, per cui ci par bene di eſprimerla. Per la qual coſa le prime nozioni ſenza altra prova ſi ammettono: eſſendo una vanità il farſi a dimoſtrare l'indemoſtrabile, ovvero con un giuoco puerile di ciance ripetere con voci ſinonime più volte lo ſteſſo concetto. All'incontro le verità, che io chiamo di conſeguenza, che alle primarie più da vicino ſi accoſtano, o da eſſe per maggior tratto ſi dilungano, vogliono dimoſtrarſi; altrimenti non ſi ricevono ſe non ſe forſe per probabili conghietture.

III.

Sin quì rariſſime fiate accaderà, che s'inciampi nell'impoſſibile; perchè l'idee ſemplici, ed originali non ſoggiacciono a contraddizioni. Eſcono in tempo i paralogiſmi, e ſpeſſo tanto naſcoſti, che ſi dura fatica a metterli in viſta, ogni qualvolta più idee ſi congiungono inſieme, e di molti elementi ſi compongono. In sì fatti caſi, ne' quali ci allontaniamo

dalla

dalla ſemplicità, che ſuol eſſere la nota del poſſibile, i dati, ed i quiſiti s'imbrogliano, e la mente ſi diſtrae nella contemplazione di varie particolarità; attalchè dubitando noi, ſe deggiono unirſi, o ſegregarſi, e ſe mutuatamente ſi leghino, o ſi eſcludano; facilmente ſi adotta il falſo ſotto l'apparenza del vero. Ordinariamente i Filoſofi ſi contentan di poco, e ſi gettano in braccio del veroſimile: ed è notabile, che le ragioni, colle quali a vicenda s'impugnano, ſono per lo più armi ſpuntate, meſſe lor in mano da una fiacca probabilità. Così le Scienze guari non avanzan cammino, e non ſi trova nè capo, nè via per deporre le ſolite incertezze, ed afferrare la verità.

IV.

E' coſa più agevole il moſtrar a dito il diſordine, che porci un adeguato rimedio: ma pure gioverà valerſi del metodo, che io ſuggeriſco. Fa d'uopo dunque meditar ſeriamente ſulle proprietà, che ad un ſoggetto ſi attribuiſcono, ſeparandole l'una dall'altra, e ad una ad una partitamente eſaminandola. La pigrizia non ci diſtorni dal tirar conſeguenze, le quali quanto ſaranno più numeroſe, più giuſte, e più eſteſe, tanto maggior lume ci recheranno: guardandoci però di non aggirarci per un circolo vizioſo, e di non incorrere in qualche petizion di principio. Le illazioni con lungo filo dedotte ci mettono in poſſeſso del ſoggetto, e per non laſciarſele uſcir di mano, convien diſtribuirle nelle lor claſſi, ed a ciaſcun attributo in particolare adattar quelle ſol tanto, che da eſſo unicamente dipendono. Chi ſmarrita la guida del metodo torna a meſcolarle, e a confonderle; ſappia, che le ſue idee in vece di acquiſtar chiarezza, e diſtinzione, peggio di prima s'intorbidano, e s'inviluppano. Per ultimo la ſerie delle conſeguenze cavate ſeparatamente, e da differenti principj ſi pongano opportunamente al confronto per vedere, ſe alcune d'eſſe a coppia a coppia convengano inſieme, oppure diſcordino; e qual ſorta di unione, o contrarietà ci ſi ravviſi. In tal guiſa arriveremo a diſtinguere l'impoſſibile dal poſſibile; atteſochè il primo dà luogo, quando ſi tenta di congiungere proprietà, che ſi diſtruggono ſcambievolmente, ed al ſecondo baſta, che due attributi apparentemente ripugnanti ſi uniſcano in un centro comune, quantunque talvolta lontano.

V.

La materia, ſu cui mi trattengo, è feconda di propoſizioni altrettanto vere, quanto ſtupende, ed inaſpettate. Chi ſi ſarebbe avviſato, che mutata ſemplicemente una qualche circoſtanza, e non mica eſſenziale, ſi paſſaſſe alle volte dall'impoſſibile al poſſibile; oppure al roveſcio. Su queſto punto biſogna ſtar bene inteſi per non laſciarſi ſedurre, e conviene applicar deſtramente le verità note alle ſuppoſizioni, che ci occorre di maneggiare. Ci ſi offeriſcono delle concluſioni a prima viſta ſtravaganti, qualunque fiata da un lato ſi poggia all'infinito, e dall'altro ſi diſcende all' infini-

finito, e dall'altro si discende all'infinitesimo. Per fino alcuni evidentissimi assiomi accoppiati coll'infinito non reggono, e non ci denno recar noja, sebbene non si verificano. Qual pronunziato è più chiaro dell'Euclideo, che il tutto è maggiore della sua parte, e conseguentemente, che tra la parte, ed il tutto non si dà uguaglianza? In questo mentre abbiasi a segnare la strada d'un raggio luminoso, che partendo da un punto dato, passa a traverso d'una lente di vetro, e soffre una doppia refrazione. La formola generale in qualche caso particolare ci proporrà siccome uguali due linee rette, una delle quali supera l'altra per una determinata grandezza. E benchè la prima faccia figura di tutto, e la seconda di parte, non per tanto si accusi di falsità l'equazione: anzi francamente si concluda restar noi da essa ammoniti, che il raggio rifratto cammina parallelo all'asse della lente; e che intanto le linee sono eguali, in quanto sono infinite, ed il foco infinitamente rimoto. E la ragione si è, perchè la lor differenza finita alle medesime ha una proporzione infinitamente lontana, e perciò non si turba nè punto, nè poco l'egualità. In parecchie occasioni, ed anche fuori degl'investigamenti matematici, e fisici, verrà a festa la massima, che certi assiomi coll'infinito mal si confanno, e nella infinita per così dire si perdono.

VI.

L'analogia fra il retto, ed il curvo ha sempre dato che pensare agli antichi maestri, e solo a'giorni nostri si è pienamente conosciuto qual commercio passi fra questi due generi di grandezze, che pajono incompatibili. Egli è necessario far uso delle quantità infinitamente picciole di varj ordini, e maneggiarle come se fosser finite, serbata però la debita circospezione. Non si creda già, che i teoremi tutti, i quali si verificano nelle flussioni evanescenti, abbian luogo nelle magnitudini assegnabili; concios-siachè nel primo caso sortentrando bene spesso l'adequazione all'egualità, le formole algebratiche, e i raziocinj geometrici a maggior semplicità si riducono. Nella comune Geometria, e nell'Analisi Cartesiana non è lecito trascurare qualsivoglia grandezza, quantunque picciola, senza cadere in paralogismo, e conseguentemente nell'impossibile, se non se quando siamo contenti d'un'approssimazione, qualmente si pratica ne'computi trigonometrici. Vice versa facendo uso degli elementi minimi, per istrada s'incontrano alcuni termini appartenenti ad un genere di quantità incomparabilmente minori di quelle, che servono allo scioglimento del problema. Di questi non si tien conto, e dalle formole francamente si cancellano: con che le operazioni riescono più facili, e più spedite. Per la qual cosa trattandosi delle prime differenze è permesso di concepire le curve tutte siccome tanti poligoni composti d'innumerabili linee rette diversamente inclinate; imperocchè fra le corde minime, e gli archi corrispondenti, che si assumono in qualità di flussioni del primo ordine, c'è un divario, che si esprime per un elemento della seconda classe, il quale non induce disuguaglianza. Similmente abbiansi ad adoperare le seconde differenze per sod-

di-

disfare ad una quistione; in tal caso le curve si considerino siccome un aggregato d'infiniti archi minimi circolari, descritti da varj centri, e con differenti semidiametri: e così passerà una più stretta egualità fra gli archi inassegnabili de'cerchj combacianti, e quei della curva; perchè non differiranno, salvo che per una quantità del terzo grado. Sospetterà taluno, che le conclusioni per tal via dedotte siano sol tanto adequatamente vere, e che non giungano all'ultima geometrica esattezza, se non se in quanto l'errore è inassegnabile, e di qualsivoglia dato minore. Ma in cotali sottilissime ricerche, non ostante che paja, che si piglino delle licenze; si perviene tuttavia alla più scrupolosa precisione; avvegnachè dobbiamo avvertire, che ciò, che nel differenziare si trasanda, nell'integrar si riassume. Di vantaggio non mi fermo su questo punto, e mi rimetto a coloro, che si sono internati ne'segreti de'due metodi differenziale, e sommatorio.

VII.

In tanto nel leggere con attenzione le opere di alcuni moderni filosofi, mi sono accorto, ch'eglino anno trovato il modo di copulare attributi assolutamente contraddittorj. E per dar qualche colore agli strani loro concepimenti, ci rimproverano la nostra ignoranza, e stabiliscono siccome un primo infallibil principio, che la mente umana è così corta, che della essenza delle cose per quanti sforzi ella faccia, non può mai venire in cognizione. Conseguentemente chi non vede, che non ci è disdetto di raccozzare insieme tutto ciò, che si vuole; concios siachè siamo sempre all'oscuro, se quella special proprietà, che ad un subbietto adattar ci piace, convenga, o ripugni all'attributo fondamentale, che ne costituisce l'essenza, e ci è totalmente ignoto. Vaglia per tutti l'esempio del Sig. Loke famoso metafisico Inglese, il quale non era alieno dal credere, che il pensamento potesse essere un'affezione della materia. Diceva, ch'ella è fornita di moltissime proprietà non solo sconosciute al nostro fiacco intendimento, ma affatto inescogitabili. Chi ci vieta dunque d'assegnarle anche la percezione radicata nella sua intima sostanza? Almeno non si scorge ripugnanza, per cui non possano star insieme l'estensione, e la coscienza.

VIII.

Sul potrebbe essere si fondano delle strane immaginazioni, e si spiana oltre modo larga la strada ad un capriccioso Pirronismo; avvegnachè non ci è assurdo, che nelle Scienze non s'introduca, nè principio evidentissimo, che non si distrugga. Per venire in notizia della congruenza, o della discrepanza delle idee, che sono le immagini degli obbietti, egli è necessario, ch'io mi vaglia di quelle proprietà, delle quali ho chiara contezza: a che giova mai il ricorrere alle sconosciute? Accaderebbe per tanto, che nulla mai si sapesse; essendo impossibile cavar conclusioni note da'principj onninamente impercettibili: ovvero che gli attributi si congiungessero a caso; restando sempre in noi una invincibile dubbietà, se colla essenza delle

cose

coſe vada d' accordo il ſuppoſto arbitrario accoppiamento. Ora una principale proprietà, cioè l'eſtenſione inerte io ravviſo nella materia, e tutti i fenomeni fiſici me la danno apertamente a conoſcere. Poſſo ſpogliarla del moto, e della forza, ſenza che me ne ſvaniſca l'idea; perchè un corpo o in movimento, o in quiete è ſempre lo ſteſſo corpo: ma non così della inerzia, o ſia della ripugnanza al cangiamento di ſtato; atteſochè equivocherebbe eſſa collo ſpazio nudo incapace di azione, e di reazione, o vogliam dire col nulla. Similmente il primario attributo dell'anima conſiſte nella coſcienza, o nell'intimo ſentimento di noi medeſimi: e metto da canto le altre affezioni, le quali ſi vanno ſucceſſivamente mutando. Per la qual coſa la mente ſempre mai non riflette ſulle ſue interne modificazioni, nè fa uſo della ſua volontà. Ed ecco i due poli immobili, intorno ai quali dee raggirarſi il noſtro diſcorſo. Seguitando dunque le veſtigia del metodo ſuperiormente inſinuato, ſi ſepari l'eſtenſione impenetrabile dalla coſcienza, e dall'uno, e dall'altro fonte ſi derivino le conſeguenze opportune, e poi nel confrontarle ſi vegga, ſe le menzionate proprietà poſſano unirſi nello ſteſſo ſoggetto; oppure ſiano talmente contrarie, che di far inſieme lega ad ogni patto ricuſino.

IX.

Ma prima ſi aſcolti il Sig. Locke, il quale s'ingegna a tutto potere di accoſtar più da preſſo l'anima alla materia, e tenta di perſuaderci, che in ogni tempo, ed in qualunque caſo la mente non è guarnita di penſamento, e per conſeguenza non ſa di eſſere. Ne adduce in prova coloro, che dormono profondamente, o ſono caduti in deliquio. Il ſonno è certamente accompagnato da ſogni: egli però mi opporrà, che non ſempre ſi ſogna: ed io ripiglierò, onde lo ſappia? ſe ne deſumerà la conghiettura dal non conſervarſene la rimembranza, l'indizio a me ſembra molto fievoliſſimo. L'eſperienza c'inſegna, che di due, i quali nello ſteſſo letto ripoſano, uno ſi ſogna, ed il compagno per avventura deſto a i ſegni, e tal volta al parlare ſe ne accorge: eppure il primo non ſi ricorda la mattina d'aver ſognato. Di certe fiacche, e mute impreſſioni non rendiam conto; perchè le loro orme facilmente nell'organo della fantaſia ſi cancellano: ed anche vegliando non ci ſovviene di moltiſſimi penſamenti, che di freſco ci ſono paſſati per mente; imperciocchè la memoria d'eſſi ſi dilegua, quando non viene avvalorata da una forte rifleſſione, per cui ſi ricalca l'impronta d'un concepimento, del quale non vogliamo dimenticarci.

X.

Scoperta la debolezza della ragione allegata dall'acutiſſimo Ingleſe, m'inoltro, e dico urtar lui in un maſſimo aſſurdo, coll'interrompere fuor di propoſito il commerzio fra il corpo, e l'anima. Eſſa ſopita dal ſonno, o da uno sfinimento ceſſi di penſare: dimando qualmente ripigli le ſue cogitazioni, e torni ad eſſere conſcia di ſe medeſima? Certamente da ſe ſteſſa

nol farà mai; concioſſiacoſachè perſeverando il corpo nelle premeſſe coſtituzioni, la mente non ſi riſveglierà dal ſuo letargo, e non eſerciterà qualſiſia intima azione vitale. Egli è dunque indiſpenſabile, che il corpo ſi rimetta in miglior ſtato; acciocchè all' anima, quantunque non diſtinta dalla materia, di cui ſi finge compoſta, ſi reſtituiſca la facoltà di penſare, la quale ſecondo il Sig. Loke neceſſariamente dipende dalla buona diſpoſizione, e dal regolare movimento degli organi. Ma fin a tanto, che ſiamo vivi, i fluidi circolano, le fibrille de' ſenſorj s' increſpano, ed oſcillano, e conſeguentemente l'immaginativa non ſe ne ſta in ozio: ſebbene i fantaſmi ſono talmente languidi, che per lo più di ſe non laſciano traccia, onde la memoria ſe ne conſervi; qual motivo abbiam di aſſerire, che almanco per un breve ſpazio di tempo ſe ne muoja la ſola coſcienza? L'unione dell'anima col corpo in ciò unicamente conſiſte, che ai moti corporei ſempre mai riſpondano le interne percezioni; dunque ſi conchiuda, che ſtando la fantaſia in un'agitazione perenne o tenue, o gagliarda; del pari ſi ſuſcitano nella mente le ſenſazioni appropiate; perchè finalmente il più, ed il meno non diverſifica le leggi coſtanti della Natura.

XI.

Rimoſſe le inſuſſiſtenti oppoſizioni, eſamino le due menzionate proprietà, viene a dire l'eſtenſione inerte, e la coſcienza. Non mi prendo la briga d' indagare, ſe coſtituiſcano l'eſſenza per una parte delle ſoſtanze corporee, e per l'altra delle ſpirituali. A me baſta il ſapere, che tolte eſſe di mezzo, quantunque i due ſoggetti appoggiati forſe ad un non ſo che d'anteriore tutta via ſuſſiſteſsero, non mi reſterebbe ſu che diſcorrere, mancandomi ſotto i piedi la baſe della ſtruttura. Avrei per ſorta ad abbandonare gli attributi reali, e paleſi, e girare il ragionamento per diſcernere, ſe ſtanno bene congiunte inſieme la ſpiritualità, e l'eſigenze ſcolaſtiche, o le monadi Leibniziane? Il tentativo a mio parere ſarebbe inutile, ed anco dannoſo; perchè mi laſcierei uſcir di mano i principj certi, per correr dietro agli immaginarj. Niun filoſoſo di buon ſenſo può richiamar in dubbio, che ogni qual volta ſi dà manifeſta ripugnanza fra due nozioni fondamentali, attalchè una eſcluda l'altra; egli è impoſſibile, che da un ſolo ſubbietto amendue poſſano eſſere ſoſtenute: altrimenti nell'unirle eſce in campo la contraddizione, unico criterio dell' impoſſibilità.

XII.

Cerco per tanto, ſe alla materia la coſcienza poſſa accoppiarſi, e dietro la ſcorta de' Carteſiani (non ſapendo io darmi pace, che alla giornata ſi ſovvertano alcune verità incontraſtabilmente ſtabilite) oſſervo, che la materia eſteſa, e ſolida ammette diviſione attuale; atteſochè eſſendo le parti una fuori dell'altra, non ricuſano d' eſsere ſeparate, e bene ſpeſſo in virtù del moto, che ad eſſe compete, una coll' altra permuta luogo, ovvero ſcambievolmente ſi diſcoſtano, e ſi approſſimano. Per la qual coſa in un

pezzo

pezzo di materia compoſto di elementi diſtinti, che all'infinito ponno partirſi, ed a movimenti diverſi frequentemente ſoggiacciono, non ſi ravviſa perfetta unione, e molto meno rigoroſa unità. All'oppoſto la mia coſcienza, cioè quell'io, per cui ſo d'eſſere nel tempo ſteſſo, ch'io ſono, è uno, ed indiviſibile; di modo che per quanto sforzo io mi faccia, non poſſo diſgiungerlo da me medeſimo, e non arrivo a concepire la metà d'un io, oppure un io doppio dell'altro. Quivi la coſcienza, ſebbene a varie ſucceſſive modificazioni ſoggetta, non per tanto in qualunque ſtato perſevera ſempre la ſteſſa, e ſo, ch'io ſono quel deſſo, che ora affermo, ed ora nego, che ora ſento piacere, ed ora dolore. Come dunque all'eſtenſione quanta può mai addoſſarſi la coſcienza, congiungendo inſieme il diviſibile, e l'indiviſibile?

XIII.

Forſe ſi pretenderà, che il punto materiale privo di parti ſia di ſe medeſimo conſapevole. Riſpondo, che la trina dimenſione col ſuo ineſauribile partimento non ſi riſolve ultimamente nell'individuo, a cui può andarſi ſempre accoſtando, ſenza mai pervenire all'eſtremo termine della ſua diviſione, ed una tal verità ſarà in progreſſo da me geometricamente dimoſtrata. Fa dunque meſtieri applicar la coſcienza ad un pezzo d'eſtenſione inerte compoſto d'un determinato numero di particelle, le quali non ognuna da per ſe, e ſiccome dalle compagne diſgiunta, ma in comune, e per via d'una ſtrettiſſima conneſſione ſi abilitino ad unirſi in un ſolo penſiero; attalchè la metà d'eſſe, a cagion d'eſempio, non ami, e deſideri, mentre l'altra metà nello ſteſſo momento odia, ed abborre: e così tutte inſieme nel medeſimo interno ſentimento coſpirino. Confeſſo di non capire, qualmente un aggregato di atomi ſoddisfaccia a due diſparatiſſime funzioni, ed adempia il doppio uffizio di corpo, e di mente. Siccome corpo organizzato dee nutrirſi, e creſcere, ed eſtenuarſi, e ciò che più rileva continuamente diſſiparſi a cagione della perenne, e non interrotta traſpirazione; di ſorta che alle particelle, che ſvaporano, e nell'aere ſi dileguano, ſottentrino le foraſtiere, che non ſolo occupano il luogo abbandonato, ma ereditano non ſi ſa come la coſcienza di quelle, che volando quà, e là alla rinfuſa, ceſſano di penſare, e per così eſprimermi muojono; potendo però tornare a vivere, ogni qual volta per avventura ad un ſenſorio ſi uniſcano.

XIV.

Interrogherei volentieri il Signor Loke, ſe della materia penſante, che dieci anni fa componeva i miei organi, e conſeguentemente la mia anima, al giorno d'oggi una ſola mica ſe ne conſervi! Io per me coraggioſamente dico di no, e ſe taluno foſſe di contraria opinione, per convincerlo ho in pronto i computi derivati dalla Statica del Santorio. Non ſono dunque quel deſſo, che io era un decennio prima, e fra pochi anni non ſarò tale; concioſſiachè paſſo da ſtato a ſtato, e le ſucceſſive mutazioni mi

fanno perdere l'antica, ed acquiſtare una novella coſcienza. Ma io ſo infallibilmente d'eſſere quello ſteſſo, che io fui, e non ſarò un altro domane; egli è pertanto manifeſto, che in me riſiede un principio ſtabile, ed invariato delle mie cogitazioni, e d'una natura di gran lunga ſuperiore alle coſe materiali, il quale è fornito di tal virtù, che lega il paſſato col preſente, e col futuro, ed epiloga nella mia coſcienza l'intero tenore della mia vita. E benchè i miei organi ſiano tutto dì ſottopoſti ad alterazioni, ed a cangiamenti, la mia mente perſiſte ſempre mai la medeſima diſtinta da' ſuoi ſenſorj, di cui ella ſi vale in qualità di ſtromenti, che non operano, ma ſervono all'operazione. Che importa, che ſi muti l'ordigno, quando ſta ſaldo l'artefice?

XV.

Spendo alquante parole contra coloro, che proſeſſano, che tutta la materia ſia dotata di penſamento, ed alla univerſale eſtenſione accoppiano l'univerſale coſcienza. Coll'unire inſieme queſti due generali attributi, preſumono di coſtituire nel ſuo vero eſſere quell'unica, ed infinita ſoſtanza, di cui compongono l'Univerſo. Lo ſtrano paradoſſo non ſarebbe uſcito dalla bocca del Signor Loke, il quale come abbiam veduto voleva, che nè meno l'anima umana in ogni circoſtanza penſaſſe. Per metter in viſta la falſità di queſta ſentenza, concedaſi per uſare condiſcendenza, che non ſolo gli uomini, e i bruti, ma di più penſino i metalli, le gemme, i ſaſſi. L'eſperienza m'inſegna, che la ſerie delle mie percezioni, e la mia individuale coſcienza non ſi accorda nè punto, nè poco con quella d'un altro uomo. Quanto più dunque ſaranno diſſomiglianti le coſcienze di quelle coſe da noi credute inanimate, guarnite d'un genere di affezioni confacenti bensì alla loro natura, ma delle quali non poſſiamo avere contezza nè meno per una ſpezie di lontaniſſima analogía. Converranno inſieme, ſe così piace, nella nozione comune d'eſſere ognuna d'eſſe conſapevole de' ſuoi intimi ſentimenti: ma il ſaper d'eſſere non iſtà in aria; mercecchè fa d'uopo, che venga determinato da qualche ſpeziale modificazione. Una coſcienza in genere è una pura mentale aſtrazione; eſſendo un non penſare quando al nulla ſi penſa, ed un perpetuo nulla è il ſoggetto de' noſtri penſieri. Conſeguentemente, ſe di tal ſorta ſi è la ſuppoſta univerſale coſcienza, ſi riponga eſſa fra le coſe impoſſibili, e contraddittorie. Che ſe poi ſi rinvengono in eſſo lei idee, ed affezioni, che ſucceſſivamente ſi mutano, perde l'immaginario pregio dell'univerſalità, e ſi trasforma in una coſcienza particolare.

XVI.

L'indiviſibilità è una prerogativa eſſenziale di ciaſcuna coſcienza a parte, che non ſi divide, non ſi confonde, e non ſi comunica; ripugnando, che di parecchi io uno ſe ne formi, che ſia ad un tratto unico, e moltiplice. Come ponno due menti inſieme unirſi, e per così eſprimermi com-

pe-

penetrarſi ; attalchè una s'interni nei ſegreti dell'altra, ſe non ſe per via di ſegni eſtrinſeci, ed arbitrarj. Chieggio dunque, ſe la coſcienza generale raccolga in ſe ſteſſa le ſenſazioni tutte, da cui nel tempo medeſimo ſi trovano affette le coſcienze particolari. Avrebbe troppo che fare, prendendoſi la briga di epilogar in una ſola, ed unica innumerabili percezioni, e diſparate, e direttamente contrarie, a cagion d'eſempio la ſcienza, la dubbietà, e l'ignoranza. Egli è impoſſibile, che la menzionata coſcienza ſi addoſſi un tal carico, ed a tanti uffici ſuppliſca; a che prò dunque introduria, ſe niente opera, e nell'atto ſteſſo ſi viene a crearla, e a diſtruggerla? Per la qual coſa il ſaper d'eſſere da ſpeziali modificazioni ſempre mai limitato mal s'incorpora colla materia, e mal ſi accoppia con una univerſale coſcienza. Conchiudo, che ſe queſti filoſofi movendo un altro paſſo, aveſſero purgata dalle contraddizioni la loro generale coſcienza, ſegregandola dall'eſtenſione, e non iſpacciandola per una minera ineſauſta delle coſcienze particolari, le quali ſiccome tanti modi ſi vogliono da lei ſoſtentate; ſi ſarebbero formata, per quanto agli uomini è permeſſo, una giuſta idea di Dio Ottimo Maſſimo. Egli è vero, che riſiede in Lui una coſcienza univerſale, ma infinita, e traſcendente, e diſtinta realmente dalle coſcienze finite, per cui tutto vede in una occhiata, e nulla prova in ſe medeſimo di ciò, che vede fuori di Lui. In quella guiſa, che Dio conoſce le azioni, e le reazioni de'corpi, ſenza partecipare dell'inerzia e del moto; comprende altresì le noſtre intime affezioni, ma come noſtre, non come ſue, e ſiccome modificazioni d'una creatura dall'eſſere ſupremo infinitamente diſtante.

CAPITOLO QUINTO

Della Indifferenza.

I.

CIò, che nelle coſe riſiede, e dà loro l'eſſere, e le proprietà, che l'eſſere accompagnano, è ſempre mai un attributo reale, e poſitivo; avvegnachè gli aggiunti o privativi, o negativi naſcono tutti dalla imperfezione della mente umana, la quale non penetrando bene ſpeſſo nell'intimo del ſubbietto, ha biſogno di tali nozioni, che non ſono principj di natura, ma bensì di metodo, e di dimoſtrazione. Non ſi creda dunque, che ſia l'indifferenza un non ſo che di reale; mentre non ſi dee concepire, ſe non ſe per una mancanza, che il noſtro intelletto ravviſa in qualche coſa, o meglio eſprimendomi per un requiſito, che non c'è, ma ci potrebbe eſſere. Atteſa la qual mancanza, che in certe circoſtanze manifeſtamente ci ſi paleſa, o non ſi può generare effetto di ſorta alcuna, o naſce talmente determinato, ch'eſclude tutti gli altri del medeſimo genere. Dal ſonte della indifferenza a varie materie opportunamente applicata ſcaturiſcono i primi

fon-

fondamentali affiomi delle ſcienze, e rare fiate accaderà, che l'ultima analiſi delle Fiſiche inveſtigazioni non vada a finire nella indifferenza.

II.

E perchè le idee aſtratte aſſai meglio ſi dilucidano cogli eſempj, che co' precetti; immaginiamoci un corpo coſtituito in perfetta quiete: io dico, che da ſe medeſimo non comincierà mai a muoverſi. Non potendo eſſo camminare nel tempo ſteſſo con differenti velocità, e direzioni, chiaramente conoſco eſſere neceſſaria un'azione eſterna, che ne determini la direzione, e la velocità. Ora poſto che il corpo ſtia in ripoſo, è manifeſto, che ci manca il requiſito della forza ſtraniera, che ſola può produrre l'effetto; conchiudo dunque, che ſe il corpo è in quiete, perſevererà a ſtarci eternamente, ſenza che mai giunga a muovere il primo paſſo. Spogliato una volta il mobile del ſuo ripoſo, e meſſo conſeguentemente in movimento per una data ſtrada, e con una data celerità, ci ſi affaccia un'altra ſpezie d'indifferenza, dalla quale impariamo, che il corpo non devierà mai dalla linea retta, per cui ha cominciato a progredire, nè patirà mai alterazione alcuna nella velocità, e nella forza dall'agente eſtrinſeco ad eſſo comunicata. La ragione ſi è, perchè quando non c'è impulſo ſtraniero, che muti la direzione, ed aggiunga nuove impreſſioni, nè reſiſtenza, che le già acquiſtate diſtrugga; non appariſce lo perchè abbia il corpo a torcerſi in ſu, o in giù, a deſtra, o a ſiniſtra; nè per qual motivo deggia paſſare dal moto alla quiete, o pure accelerarſi, o ritardarſi.

III.

I Leibniziani girano la coſa per un altro verſo. Quantunque volte non ſi ſcorge la cauſa, e ſiamo ad evidenza convinti, che non ci poſſa eſſere, per cui naſca un effetto, piuttoſto che l'altro; dobbiam dire ſenza pericolo di sbagliare, che non naſcerà nè l'uno, nè l'altro effetto. E queſto ſi è il gran principio della Ragion ſufficiente, di cui tanto ſi ragiona, e dal quale ſi ſono dedotte delle mirabili conſeguenze. Con buona pace dei citati illuſtri Filoſofi io preferiſco il principio della indifferenza a quello della ragione baſtante. In moltiſſimi caſi l'indifferenza ſalta per così dire agli occhi, e da ſe medeſima ſi paleſa, ſenza eſſere ſoggetta a qualſiſia ambiguità: laddove la ragion ſufficiente oltre il dovere ſi eſtende, e ſi cerca dove non c'è, nè ci può eſſere. Intanto dunque può far figura d'aſſioma, in quanto alle volte colla indifferenza ſi accoppia. Ma di eſſa ragionerò, eſaminando i principj Fiſici del Leibnizio.

IV.

Mi rivolgo a coloro, che fanno il moto eſſenziale alla materia, e per convincerli mi vaglio della indifferenza. Tutto dì ſi veggono dei corpi immoti, almeno relativamente, cioè a dire per rapporto ai corpi contigui.

Poſi

Posi una sfera sopra una mensa, e quantunque accada bene spesso, che tanto la palla, quanto il sostegno camminino con un moto comune; egli è però certo; che la traslazione nè poco, nè molto influisce nel moto particolare: conciossiachè s' io dò una spinta alla sfera, essa con movimento proprio rispetto alla tavola muta sito, e non può negarsi, che non si faccia in essa un nuovo cangiamento di stato. Non entrano pertanto nella presente ispezione i moti traslati, e nulla rileva, se in relazione ad un punto fermo dello spazio immobile i corpi cangiano, o non cangian luogo; potendo del pari succedere, che una data massa mantenga la sua posizione, sebbene attualmente si muove animata da un impeto impresso; ovvero che stando ferma in se stessa, proceda in virtù d'un' estraneo trasportamento. Premessa quest' avvertenza, che toglie di mezzo ogni gavillazione, torno alla nostra palla, che riposa sul tavolino, e dimando, s' essa può mai comunicare a se medesima un qualsivoglia grado di celerità, che prima in se non avesse, e relativamente al piano, che la regge. Essendo infiniti i gradi di velocità, e capace la sfera di riceverli tutti ad uno ad uno (ed in ciò appunto la sua perfetta indifferenza consiste) chi mi sa indovinare, quale abbia mai ad eleggersi? In oltre volterà essa il suo corso a mezzo dì, piuttosto, che a Settentrione, o per qualunque altra delle innumerabili direzioni, le quali ugualmente per così dire le fanno invito? Egli è evidente, che atteśa la ripugnanza, che si ravvisa ne' corpi di muoversi nel medesimo istante, e con tutte le velocità, e per tutte le strade possibili; la predetta palla non ne prescelgierà alcuna, e si manterrà perpetuamente nella sua indifferenza, o vogliam dire nella sua quiete.

V.

Opera per un altro verso la indifferenza, qualora le cose sono in maniera disposte, che un solo effetto, esclusi tutti gli altri, necessariamente si produce. Mi serva d'esempio la seguente ipotesi. Il mobile A (Fig.I.) vegna sollecitato nel tempo stesso da due forze eguali giusto le direzioni A B, A C, e s'ppongasi, che ciascuna d'esse forze operante da se sola fosse atta a partecipare al corpo velocità eguali esposte per A B, A C; si cerca per qual direzione abbiano a spignere il globo A, mentre con due azioni equivalenti ad una sola concordemente lo stimolano. Diviso l'angolo B A C per metà colla retta A D, dico, che per essa dalle due potenze unite sarà obbligato a camminare il corpo A. Infatti la indifferenza non consente, che si eserciti l'azione piuttosto per A B, che per A C; dunque dovranno i due conati, che in un solo si conginngono, operare per una direzione di mezzo egualmente inclinata alle linee A B, A C, cioè per A D; perchè l'indifferenza stessa ci documenta, ch'essendo le cose pari, il viaggio del mobile non ha da piegare più dall' uno, che dall' altro lato.

VI.

VI.

In qualunque incontro venga a ſeſta il principio generaliſſimo della indifferenza, ci ſomminiſtra una gran parte degli aſſiomi, e le prime incontraſtabili verità, che ſono le baſi fondamentali degli umani raziocinj. La Meccanica ſi appoggia all'evidentiſſimo pronunziato, che due peſi uguali attaccati alle braccia d'una bilancia in pari diſtanza dall'ipomoclio ſi equilibrano, e ſtanno immoti. La Catottrica aſſume, che urtando un raggio di luce ad angoli retti nello ſpecchio oppoſto, è aſtretto nell'atto di rifletterſi a retrocedere per la medeſima perpendicolare. La Dinamica ſuppone, che movendoſi due corpi ineguali di maſſa con pari velocità, le forze vive, che in eſſi riſiedono, comunque ſi miſurino, ſiano alle maſſe proporzionali. Diviſa la quantità della materia d'amendue i mobili in particelle aliquote uguali, o finite, o infinitesime, che poco importa, ognuna d'eſſe animata dalla ſteſſa celerità ſarà fornita di pari forza: imperciocchè ci ammoniſce l'indifferenza, che l'una all'altra in energia non prevale. Per la qual coſa tanti gradi di forza inſiememente uniti coſtituiſcono le forze intere d'ambo i corpi, quanti ſono gli elementi, che li compongono; e conſeguentemente le forze vive ſeguitano l'analogia delle maſſe.

VII.

Non verrei mai a termine della mia inchieſta, ſe mi pigliaſſi l'aſſunto di annoverare ad uno ad uno tutti i caſi, ne' quali ha luogo il principio dell'indifferenza, o in ſe ſteſſo, o nelle ſue conſeguenze. Non ſi dee frattanto omettere un altro aſſioma, di cui ſi fa uſo frequentemente, ed è: che la Natura non opera mai di ſalto, ma procede paſſo paſſo, e per gradi impercettibili dall'uno all'altro eſtremo. Queſto principio, che ſuole chiamarſi di continuità, e che da quello della indifferenza immediatamente dipende, è bello, e buono, purchè non paſſi per le mani dei ſeguaci del Leibnizio, i quali portano, come altrove avrò occaſion di riflettere, tutte le coſe all'eccesſo. Concepiſcaſi un mobile, che in vigore d'una forza eſtrinſeca faccia tranſito dalla quiete ad una data velocità; egli è certo, che ſe nel primo iſtante ſi trova in ripoſo, nel ſecondo non ſarà fornito della intera velocità terminale: anzi l'anderà appoco appoco guadagnando, e paſſerà dalla velocità nulla alla finita per tutte quelle, che ci ſtanno inframmezzo; di modo che la ſcala delle celerità di tempo in tempo acquiſtate, e riferite o al tempo impiegato, o allo ſpazio ſcorſo, ci verrà eſpoſta da una curva regolare, le ordinate della quale, cominciando dal zero, e creſcendo per gradi minimi, arrivano alla già determinata grandezza. I paſſi del mobile ſono moderati dalle inaſſegnabili ſollecitazioni ſucceſſivamente ad eſſo applicate: ma qualunque volta la velocità ſi andaſſe aumentando per via di ſalto; al ſalto dell'effetto corriſponderebbe di conſeguenza quello della cagione. E perchè fra gl'innumerabili ſalti, che far ſi poſſono, la ſcelta d'uno in particolare, piuttoſto che d'un altro, ripu-

pugna all' indifferenza; perciò dobbiamo costantemente asserire, che la Natura s'incammina non mai per salti, ma sempre per mezzo d'insensibili accrescimenti, o diminuzioni.

VIII.

Non mi prendo il carico d'investigare, qualmente coi stabiliti principj si accordino i sistemi fisici, che fin ora an fatta in pubblico la lor comparsa. Temo ragionevolmente, che non fossero per reggere ad un rigoroso esame, e che in alcuni di essi uscisse in campo l'impossibilità, e ad altri si opponesse l'indifferenza. Mi si permetta d'impiegare poche parole intorno gli atomi di Epicuro, e poste da canto le grandezze, le figure, e ciò, che più rileva, l'infinita durezza, la quale turba da capo a fondo l'economia della comunicazione dei moti; mi appiglio semplicemente al movimento, che ad essi si attribuisce. Secondo il parere di questa filosofica Setta tutti gli atomi camminano con pari celerità, e colla medesima direzione: se non se in quanto per salvare un qualche fenomeno, si è ad essi assegnata una insensibile declinazione dalla linea del piombo. Quì si osservi, non esservi mai stato agente esterno, che a cotali corpicciuoli abbia partecipato il moto, e nessuna reale cagione, da cui sia stato determinato. L'anno essenzialmente da se, ed in forza della lor natura: nè si debbe asserire, che per gradi l'abbiano acquistato; laonde il canone della continuità in grazia degli Epicurei ammette una eccettuazione. Ma sì fatti misterj nel bujo della Eternità si nascondono.

IX.

Quì vuol far le sue parti la indifferenza, ed io seguitando i suoi dettami, bramerei sapere, per qual motivo ad ogni atomo convenga una limitata eguale celerità; perchè non maggiore, e non minore; e perchè a tutti indifferentemente la stessa. Viaggiano essi incessantemente dall'alto al basso, e pure non c'è centro, che a se gl'inviti, nè inclinazione, che piuttosto da un lato, che dall'altro gli spinga. Per questo capo la gravità, della quale si fingon dotati, non si spoglia mai della sua ambiguità, e sta sempre in bilancia, per qual linea deggia trasportarli. E se così è, chi mi sa additare la potenza, per cui un atomo è atto nato a vincere una indifferenza, che rispetto ai gradi delle velocità, ed al numero delle direzioni è certamente infinita? Aggiungo, che inutilmente alle predette particole elementari si assegna un peso insito, siccome una proprietà dalla lor natura inseparabile; imperciocchè è onninamente inoperoso, e starei per dire, che eternamente dorme, mentre non ha facoltà di stimolarle, e molto meno di accelerarle.

X.

Fingasi, che un atomo inviluppato fra gli altri, che lo circondano, si riduca alla quiete, o almanco perda una porzione della sua nativa velo-

cità; si rinvenirà esso in istato violento, e farà tutti gli sforzi per riacquistarla. Mettiamolo in libertà, e consideriamo qualmente abbia a comportarsi. Se per sorta è cacciato per una direzione inusitata; fa d'uopo, che ricuperi nel vacuo la sua solita naturale tendenza: sebbene non è soggetto ad urti, nè a riflessioni, nè ci possa essere l'adequata cagione di tal effetto. Di più la gravità innata dee mettersi in azione, e sollecitare il mobile, fin a tanto che appoco appoco ritorni a progredire col primitivo suo movimento. Ottenuto ciò, perchè la velocità partecipata all'infinito non si aumenti, la forza del peso diventa inetta a continuare gl'impulsi. Verrà a taluno in mente di affermare, che l'intiero corpo del nostro mondo piombi perpetuamente all'ingiù con quella celerità, che di ciascun atomo è propria: e pare, che l'asserzione sia coerente alla ipotesi; perchè altrimenti resterebbe l'Universo soprafatto dal torrente degli atomi, i quali dalle regioni superiori discendono, e sopra d'esso perpetuamente si scaricano. E quì sorge una novella difficoltà; avvegnachè capisca chi può, d'onde provengano i moti particolari, che all'universale si aggiungono: a cagion d'esempio i giri più tardi, e più celeri de' pianeti principali, e secondarj, che riguardano diversi centri, e per differenti strade procedono. Nella nostra Terra ci si presentano innumerabili movimenti d'ogni genere, e per ogni verso, ripugnanti alla natura degli atomi, i quali mantengono intatto il loro essenziale discendimento; s'inferisca dunque essere impossibile, che si raccozzino insieme per formar un sistema: ogni qual volta deposte le proprietà vecchie, ed innate, non ne adottino di nuove, e non si creino novelle forze producitrici di quei moti, che si rendono necessarj alla struttura, e mantenimento del presente Universo.

XI.

Io mi smarrisco senza profitto in un laberinto di fantasie, e non mi vien porto il filo da uscirne. Sarà meglio volgere la mente a qualche importante soggetto derivato dal principio capitale della indifferenza. Il celebre Cristiano Ughenio ci ha proposto il moto traslato, per cui è affatto indifferente, che i corpi esercitino le mutue azioni, e reazioni in un piano immobile, o trasportati da un estrinseco comune movimento: ed è una maraviglia quanto uso di questo assioma si faccia in Fisica da chi sa opportunamente adoprarlo. Io l'espongo colle parole tolte ad imprestito dall'Autore. I movimenti dei corpi, e le loro celerità o eguali, o ineguali deggiono intendersi rispettivamente, cioè avuta relazione ad altri corpi, che si considerano costituiti in quiete; quantunque per avventura accada, che questi, e quelli siano affetti da un altro moto comune. E perciò quando due corpi si vengono incontro, sebbene ad un altro moto estraneo l'uno, e l'altro insiememente soggiace; non altrimenti si urtano essi scambievolmente rispetto a colui, che cammina col medesimo moto comune, come se non ci fosse relativamente ai corpi, ed allo spettatore quel moto avventizio. A cagion d'esempio se taluno portato dalla Nave, la quale proceda con corso equabile, farà, che cozzino insieme due globi eguali forniti

niti di ſquiſita virtù di molla con pari velocità, e con direzioni contrarie; interverrà, che riguardo a lui, ed alle parti del vaſcello, ambo i globi dopo il colpo con eguale celerità ſi riflettano: nella ſteſſa guiſa appunto, come ſe la mutua percoſſa ſeguiſse nella nave immota, o ſul terreno nelle medeſime circoſtanze.

XII.

Sin quì l'Ughenio. Applica poſcia il ſuo aſſioma alla teorica della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elaſtici, e ci lavora intorno con tale ſagacità, che nulla rimane a deſiderarſi. In queſto mentre io rifletto eſſere indifferente, che la nave viaggi per qualunque direzione, e con qualſivoglia velocità; avvegnachè non oſtante ciò riſpetto ai naviganti non ſi turba nè poco nè molto l'economia del congreſſo, e del regreſſo delle due palle elaſtiche, ed il moto eſtrinſeco del vaſcello non diverſifica le velocità relative, nè l'energia delle molle. Per la qual coſa comunque la barca ſi muova, ſta ſempre ſaldo nella ipoteſi aſſunta il principio della indifferenza, il quale indiſpenſabilmente richiede, che gli uomini traſportati dalla nave veggano le due sfere della ſteſſa materia, e di pari maſſa, e velocità, o fermarſi, ſe ſono totalmente molli, o tornar indietro colle celerità primitive, ſe ſono perfettamente elaſtiche.

XIII.

Ben è vero, che a coloro, i quali dalla ſpiaggia oſſervano i moti d'amendue le palle modificati da quello del vaſcello, le coſe ſi preſentano ſotto un altro aſpetto. I menzionati globi ſegnati A, B, (Fig. II.) colle celerità eguali eſpreſſe per AC, BC ſi vengano direttamente incontro, e ſtando ferma la nave, ſegua la colliſione nel punto di mezzo C. Pongaſi poi, che nel tempo medeſimo eſſa nave progrediſca colla velocità CD, e per la direzione CDE normale ad AB; ſuccederà, che gli ſpettatori dal lido mirino le due sfere procedenti per le vie obblique AD, BD urtarſi nel punto D. Quinci ſe ſaranno molli, ed inerti, proſeguiranno di conſerva il loro viaggio giuſto la retta DE colla velocità del vaſcello: ſe poi ſaranno riſentite, e dotate di perfetta elaſticità, la palla A riflettendoſi camminerà per la linea DF, e l'altra B per la retta DG, ſalva l'eguaglianza fra gli angoli d'incidenza ADC, BDC, e quelli di rifleſſione FDE, GDE.

XIV.

Appunto le premeſſe differenti apparenze, che ſi conciliano col togliere il movimento alla nave, e che non influiſcono nel meccaniſmo delle percoſſe, ci danno agio, mentre avvedutamente ſi confrontino inſieme, di ſcoprire parecchie verità, che per altra ſtrada ſono malagevoli a porſi in chiaro. Eccone un ſaggio. I Carteſiani, ed i Newtoniani, che miſurano

le forze vive de' corpi in moto dal prodotto delle maſſe nelle velocità, ammaeſtrati dall'eſperienza, che prima, e dopo la colliſione diretta di due maſſe molli perſevera la medeſima quantità di movimento, almen relativa, ſon obbligati a ſoſtenere, che niuna porzione delle forze agenti ſi ſpende nella ſcambievole contuſione: e ciò per tener ferma la neceſſaria egualità fra le cagioni, e gli effetti. E perchè ſe le due palle A, B eguali, ed inerti ſi vengono incontro con pari celerità, ſeguita la mutua percoſſa, nel punto di mezzo C alla quiete riduconſi, nel qual caſo le forze vive, da cui ambe erano animate, onninamente ſi eſtinguono, ed altro effetto non appare, ſalvochè la vicendevole ammaccatura; ogni ragion vuole, che nel formarla ſiaſi impiegata tutta la doppia forza viva, che ne' globi A, B riſiedeva. Queſta illazione gitta a terra la ſentenza degli avverſarj, e per eluderla ad uno ſtrano partito ſi appigliano. Affermano dunque, che le due forze de' corpi A, B, ſiccome uguali, e direttamente oppoſte, lottano una contro l'altra, e ſcambievolmente ſi elidono, ſenza che di eſſe una qualſivoglia parte nel produrre la contuſione ſe ne conſumi.

XV.

Due propoſizioni anno a dimoſtrarſi per via del moto traslato: la prima, che due forze vive, ſebbene uguali, e contrarie, non ſi diſtruggono: la ſeconda, che nei congreſſi delle maſſe molli o tutta, o parte della forza primitiva nell'ammaccatura ſi ſpende. Colloco, ritenuti i medeſimi dati, i due globi A, B in un vaſcello, che dirigga il ſuo corſo da A verſo B con una celerità eguale, e contraria a quella del corpo B. I naviganti traſferiti dal moto della barca vedranno le due maſſe A, B compiuta la colliſione ſtarſene immote nel ſito C: ma cŏloro, che le guardano dalla ſpiaggia, non oſſervano contraſto di ſorta alcuna tra forze oppoſte, anzi mirano il globo A colla celerità propria V, aggiunta la eguale V della Nave, cioè colla velocità 2V, comunicare il moto al globo B coſtituito in quiete, e dopo l'azione ambo procedere colla comune velocità $= V$. Così ſeguito il colpo, ſi conſerva intatta la quantità del movimento $\overline{A + B} \times V$, ovvero 2AV pari alla primitiva, da cui era affetto il mobile A avanti la percoſſa riſpetto agli ſpettatori, che ſul lido dimorano. Appreſſo ſe coſtoro porranno attenzione, che le due sfere A, B relativamente alla nave non mutan luogo, s'accorgeranno camminar eſſe ſoltanto col moto avventizio dalla barca partecipato, e che conſeguentemente non ſi mantiene in eſſe qualſiſia veſtigio di quelle forze ſpeziali, da cui prima dell'incontro erano animate. Giacchè dunque nella ſeconda poſizione neſſun effetto ſi manifeſta naſcente dalla contrarietà delle forze, ſi conchiuda, che parimente nella prima poſizione le forze concepute dagli avverſarj ſiccome oppoſte, e pugnanti l'una contro l'altra non ſi diſtruggono ſcambievolmente.

XVI.

XVI.

Il ſecondo teorema, che ſenza impiegar forza viva non ſi genera contuſione, è un corollario del precedente. Eſſendochè le forze vive acquiſtate dai corpi non ſi producono dal nulla, e non ſi riſolvono in nulla; perchè come ſi è provato, una non elide l'altra, e forza non annichila forza; egli è neceſſario, che in qualunque circoſtanza (poſto, che ſi conſumino in tutto, o in parte, e non tornino a reſtituirſi, come ne' corpi perfettamente elaſtici: lo che ſarebbe onninamente impercettibile; imperciocchè ſe nel mutuo contraſto ſi eſtinguono, avrebbono di bel nuovo a crearſi) è neceſſario, dico, che mettano in eſſere un qualche effetto al loro vigore corriſpondente. Ma nella noſtra ipoteſi altro effetto non ſi ravviſa, falvochè la doppia reciproca contuſione; dunque in formarla indiſpenſabilmente ſi adoperano.

XVII.

In tal guiſa non s'incorre nel maſſimo inconveniente, che un effetto fiſico viſibile, e palpabile, quale ſi è la mutua ammaccatura, ora maggiore, ed ora minore ſecondo i caſi, non dipenda dalle proprie adequate cagioni. Si aumenta la ripugnanza coll'abilitare il niente a generare effetti differentiſſimi in qualſivoglia proporzione; concioſſiachè accreſciuta l'energia de' corpi A, B coll'ingrandire ambo le maſſe egualmente, o coll'avvalorare del pari la celerità; la materia cedente ſoggiace ad una più ſenſibile ammaccatura, e ad una più gagliarda coſtipazione. Per la qual coſa ſiccome le forze vive ammettono il più, ed il meno; così proporzionatamente ricreſcono, e ſi minorano le contuſioni. Come dunque può ſtare, che queſte non ſieno effetti delle forze agenti; mentre l'eſperienza c'inſegna, che fra l'operare dell'une, ed il patire dell'altre ci paſſa una tanto ſtrettiſſima analogia? Ciò ſtabilito ne ſegue, che riſpettivamente a coloro, i quali ſoggiornano nel vaſcello, le forze vive, che ſi perdono nell'ammaccare, ſi trasformano in forze morte, e che non variandoſi in conto alcuno le contuſioni, avuto riguardo a quelli, che ſtanno fermi ſul lito, nelle ammaccature ſi conſuma ſempre la medeſima forza: o ſia, che i corpi s'incontrino amendue forniti della velocità V; o pure, che il mobile A colla velocità 2V colpiſca nell'altro B coſtituito in ripoſo. Potrei dietro l'orme del lodato Ughenio ricavare dal moto traslato la teorica della comunicazione dei movimenti fra le maſſe molli, ed inerti, ſiccom' egli dal ſuo ſecondo principio ha dedotta quella fra i corpi elaſtici: ma baſti per ora l'aver meſſe in ſicuro le due contraſtate propoſizioni. Non ſaranno per avventura diſcari a' miei benigni Lettori i miei frequenti epiſodj. Sappiano, che non ſolamente mi ſono propoſto di ſtabilire paſſo paſſo i primi originali principj della Fiſica, ma di applicarli in oltre ad alcune importanti materie; acciocchè nel tempo ſteſſo ſe ne capiſca l'uſo, e l'eſtenſione, mettendo in viſta certe fondamentali verità, che verranno in taglio nel proſeguimento de' miei diſcorſi.

C A-

CAPITOLO SESTO

Della proporzione fra le cagioni, e gli effetti.

I.

NOn mi ſarei immaginato, che uomini conſumati nelle ricerche matematiche, e fiſiche peccaſſero mai contro il celebre aſſioma, che ſtabiliſce la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti; ſe nel riandare le lor opere non mi foſſi accorto, che ſe ne rinvengono pur troppo frequenti gli eſempj. Non ſi dubita già dell'evidenza del principo, che anzi ſpeſſo ſi adopra, s'inculca, e ſi aſſume per fondamento di moltiſſime dimoſtrazioni: ma talvolta interviene, che nel fervore del diſcorſo non ci ſi badi, e ſi decida francamente, ſenza porre ſtudio, ſe le conſeguenze dedotte col menzionato aſſioma vadan d' accordo. Io non ſo darmi pace, che la filauzia, l'amor di partito, e l'oſtinazione di ſoſtenere a tutto coſto una opinione, da cui ſi profeſſa, che dipenda il decoro d' una nazione, travvolga gl' intelletti umani, per guiſa che non c' è paradoſſo, che non ſi adotti, nè ſtravaganza, che non ſi pigli a difendere.

II.

Per isfuggire i paralogiſmi non abbiamo miglior criterio, quanto il mettere a confronto la cauſa, e l' effetto, oſſervando attentamente, ſe la noſtra ſpiegazione ne mantien ſalda la giuſta corriſpondenza; imperciocchè ſe in conto alcuno la perturba, e la ſconvolge, ſiamo ſicuri d' eſſerci bruttamente ingannati, e dobbiamo dar di penna al noſtro giro di raziocinio, quantunque ci coſti tempo, e fatica. E di quella ſteſſa circoſpezione, di cui ſi fa uſo nell'eſaminare i noſtri diviſamenti, che ſiccome parti delle noſtre menti pur troppo ſi prediliggono, abbiamo a ſervirci nel giudicare le ſentenze altrui. La Natura ne' ſuoi lavori non erra, e non mette eccettuazione alcuna al principio della uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti; perchè altrimenti non ſi moſtrerebbe coſtante nelle ſue operazioni. Per la qual coſa ſi rigettino ſiccome falſe, ed inſuſſiſtenti tutte le propoſizioni, quantunque ci pajano ottimamente fondate, le quali al predetto aſſioma in qualſivoglia modo ſi oppongono. Gioverà intanto tirarſi un paſſo addietro, e rintracciare l'origine degli errori, e con tal lume farſi da capo ad eſaminar la faccenda; concioſſiachè reſi più accorti dai primi sbaglj, e ſciolti dai pregiudizj, ci riuſcirà forſe una volta, o l' altra di afferrare la verità.

III.

Digitized by Google

III.

Tutto ciò, che si ammira nel presente sistema di cose e per l'artifizio, e per la varietà, dipende unicamente dal mutuo commerzio fra corpi, e corpi; mentre la forza, che in taluno risiede, agli altri si partecipa: e quanto per un verso si perde, tanto per l'altro si acquista. Quì parlo solamente di que' fenomeni, ne' quali ha luogo la quantità della materia, ed il movimento. Ora questo passaggio dee farsi con una regola ferma, ed immutabile; avvegnachè qualunque volta una massa determinata fornita d'un dato grado di forza è in azione, ed in circostanze tali, che abbia a spogliarsene o in tutto, o in parte, ai corpi contigui distribuendola; egli è certo, che compiuta l'operazione, le forze parziali saranno precisamente uguali alla totale, e primitiva: e nulla importa, o che se ne conservi una qualche porzione nella causa agente, o si spenda intieramente in un solo effetto, ovvero in molti si divida; perchè dee sempre verificarsi, che l'aggregato delle forze comunicate, compresa talora la residua, non superi la forza primigenia, nè da essa sia superato. Quando altrimenti fosse, quel di più, che nell'effetto si rinvenisse, o dovrebbe derivarsi altronde, lo che è contro l'ipotesi, o di nuovo si produrrebbe: ed allora dal niente una qualche cosa verrebbe a nascere. Similmente se dopo l'azione si trovasse minor forza, di quella, che c'era in prima; una parte ne sarebbe perita, e risolta in nulla.

IV.

Dai quali assurdi si ricava, che siccome non può ridursi in niente un atomo di materia; così non può annichilarsi un qualunque grado di forza. Egli è indispensabile, che se ne veggan gli effetti consistenti, o nel partecipare i moti locali, o nel produrre le contusioni, o nel mettere in tremito i corpi, o nel romperli, e stritolarli sciogliendo l'unione delle parti. In qualunque modo ciò si faccia, il principio, di cui ragiono, altro non è, se non se l'applicazione ad un caso particolare del rinomato assioma de' Geometri, che il tutto è uguale a se stesso, ed a tutte le sue parti prese insieme. E giacchè le prime fondamentali verità si porgono amichevolmente la mano; che ci sia disuguaglianza tra la cagione, e l'effetto, non lo consente il principio della indifferenza. Sono infinite le proporzioni di maggiore, e minore inegualità, che tutte anno una pari giurisdizione di comparire. Ora fra tante, quale negl'incontri speziali abbia a prescieglierſi, in nissuna maniera può stabilirsi; perchè non c'è ragione, che dia piuttosto all'una, che all'altra la preminenza. La perfetta uguaglianza dunque si è l'unica, che toglie di mezzo l'indifferenza, e posta la causa, determina l'effetto, ovvero dato l'effetto, ci manifesta la misura della cagione.

V.

V.

Mi accingo a moſtrare, in quante guiſe abbiano i Filoſofi contravvenuto al principio, di cui fo parola. Verſo il fine del capo antecedente ho notato, che i Carteſiani per non abbandonare la radicata opinione, che le forze dei corpi in moto ſono in ragione compoſta delle maſſe, e delle velocità; aſſeriſcono, che non s'impiega forza viva nelle reciproche ammaccature de' corpi molli: avvegnachè pare, che intorno gli elaſtici la diſcorrano diverſamente. Ed atteſa la loro maſſima, così doveano ragionare; concioſſiachè ſe tanto prima, quanto dopo l'urto perſevera la medeſima quantità di moto, miſura della forza viva nell'uno, e nell'altro caſo; ne ſegue per legittima conſeguenza non averſi a tener conto delle contuſioni, le quali turbano la neceſſaria uguaglianza fra le cagioni producenti, e gli effetti prodotti. Appunto dalle concluſioni aſſurde, quantunque per altro ben dedotte, ſi viene in cognizione della falſità degli aſſunti principj. Anno mai poſto mente gli eruditi avverſarj, in qual modo la Natura ſi adoperi nel formare le ammaccature? Vedranno eglino nell' atto del congreſſo due palle della ſteſſa materia, per eſempio di molle creta, ſpianarſi l'una contro l' altra, e combaciandoſi in due piccioli cerchietti proſeguire di conſerva il viaggio, o talvolta fermarſi, ſecondo l'eſigenza de' moti o coſpirati, o contrarj. Quì viene a propoſito la dottrina geometrica degl' iſcoprimenti; imperciocchè alterate in parte le figure ſferiche, e concentrati per così ſpiegarmi i due ſolidi ſegmenti, la materia componente i due globi ſi riduce a minor volume. Ma ſe la quantità della maſſa perſiſte invariata, e ſe per l' energia della percoſſa in un ſito meno capace ſi riſtrigne; ſi conchiuda, che neceſſariamente ſoggiace a coſtipazione, la quale richiede, che le parti elementari ſi condenſino, e più da preſſo ſi accoſtino: lo che ſenza moto non può ottenerſi. Se queſto non è un effetto vero, e reale, e ſe in produrlo non ſi conſuma forza; biſogna confeſſare, che altri effetti fiſici non ſa generar la Natura, ſalvochè quelli, che vanno accompagnati dall'attuale velocità: ed in ordine a ciò nelle reſiſtenze tutte di tenacità, di compreſſione, di ſregamento, ec., e nel paſſaggio, che frequentemente ſi fa dalle forze vive alle morte, dal movimento alla quiete, non ſi perde qualſiſia minimo grado di forza viva.

VI.

Arroge, che bene ſpeſſo un effetto aſſume il vigore di cauſſa, e degli altri effetti produce. Molti eſperimenti ci ammaeſtrano, che il coſtipamento delle particole componenti induce ne' corpi la virtù elaſtica, o almeno l'avvalora. Uſcita dalla padella una moneta rareſatta dal fuoco, ſe in tale ſtato raffreddare ſi laſcia, rende un ſuono muto, ed ottuſo: ma ſe coniandola, ai colpi del martello ſi ſottopone, o ſi comprime nel torchio; acquiſta vigore di molla, e ſonorità. Per avventura nè meno un tal effetto dovraſſi regiſtrare tra i fiſici, nè ci ſi richiederà forza, acciocchè una maſ-

maſſa preſſochè inerte ſi forniſca d'una riſentita elaſticità. Ma c' è ancora di più: quando i due ſegmenti ſferici ſi ſpianano in circoli, io conſenſento, che alcune particelle ſeguitino la direzione del moto primario; tutte però a queſta legge non ubbidiſcono. Ce ne ſono di quelle cacciate con moti obbliqui per ogni verſo, ed alcune obbligate a cedere con movimenti al principale contrarj. La mutazione, che ſi fa nelle figure dei corpi, ci convince, che così debba neceſſariamente ſuccedere. Dimando dunque da qual fonte ſcaturiſcano queſti moti ſecondarj, che non ſecondano la direzione del primitivo, e ne' quali le particole, abbandonando un ſito per acquiſtarne un proſſimo, deggiono eſſere guarnite di qualche ſebbene picciola velocità, e conſeguentemente di forza viva, ſinattantochè relativamente al loro tutto, ed alle parti contigue in quiete ſi rimettono. Se perſiſte invariata la forza e prima, e dopo la percoſſa, e ſe negli eſpoſti effetti non ſe ne conſuma una qualunque porzione; convien affermare, che le menzionate forze particolari ſi eſtraggan dal nulla, e che novellamante ſi creino.

VII.

Mi avanzo a conſiderare la coſa ſotto un altro aſpetto. S' incaſtri la palla B (Fig. 3.) per metà nel corpo immobile C D; attalchè da qualunque forza non poſſa eſſere cacciata fuori di luogo. Urti in eſſa la ſfera A animata dalla velocità V, e giuſto la direzione A B, ed ambo ſiano molli, e di virtù elaſtica ſfornite. Egli è indubitato, che per la reſiſtenza del globo B, la quale ſi ſuppone maggiore di qualſivoglia aſſegnabile, l'altro A compiuto il colpo ſi ridurrà alla quiete. Per la qual coſa tutta la forza viva, che nel corpo A riſedeva, ſi ſpende nella doppia contuſione; conciofſiachè in nulla certamente non ſi dilegua, nè ſi può nella preſente ipoteſi immaginar forza contraria, che la diſtrugga. Dappoi rimoſſo l'oſtacolo C D, la maſſa A eſerciti la ſua azione contro la B coſtituita in ripoſo, ma mobile, e libera: adempinta però la condizione, che dal ſecondo colpo ſi generi un' ammaccatura pari a quella prodotta dal primo. Non v' ha dubbio, che ciò poſſa ottenerſi, accreſciuta quanto ſa biſogno la velocità della ſfera A, e la ſeguente analogia ci dà la ſoluzione del problema, $\sqrt{B} : \sqrt{A+B} :: V : U$: la qual celerità U debbe aſſegnarſi al corpo agente A; onde nell' uno, e nell' altro caſo ſi formi una egual compreſſione. E queſta determinazione naſcente dalla teorica Leibniziana reſta confermata dagli accuratiſſimi eſperimenti del Sig. 's Graveſande. Abbiamo pertanto due contuſioni, o due effetti onninamente uguali, che da due cauſe pari neceſſariamente ſi producono: ma il primo effetto ſi genera dalla forza totale della palla A procedente colla velocità V: dunque una pari forza ſi debbe impiegar nel ſecondo. Conſeguentemente la maggior energia del globo A moſſo colla celerità U ſi divide in due: una parte s' impiega nel locale traſportamento d' ambo le maſſe A, B, e l'altra ſi conſuma nella mutua ammaccatura. Diremo forſe, che in entrambe le compreſſioni neſſuna forza ſi ſpende, o pure una forza data nella prima, è nulla nella ſe-

condà? E' assurda la prima asserzione; avvegnachè una forza finita, cioè quella della sfera A, che cammina colla celerità V, non impiegandosi in effetto di sorta, perirebbe in Natura. La seconda posizione non è meno ripugnante; conciossiachè avendosi anzi gli occhi due similissime contusioni, chiedo con qual criterio possa discernersi l'effetto, in cui non si è consunta forza, dall'altro, per produrre il quale la massa A ha l'intera sua forza perduta.

VIII.

Almanco i Cartesiani da me fin ora impugnati s'ingegnano a tutto potere di tener ferma la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti. In parlando delle contusioni professano, che con un'azion sola si comprimano, e si costipino le parti all'ammaccatura soggette, e nell'atto medesimo il moto locale s'imprima, quando massime non ci siano forze opposte, che reciprocamente si elidano: per guisa che questi, i quali pajono differenti effetti, cospirano in un effetto unico, cagionato dalla quantità del movimento, che persevera intatta, e prima, e dopo il congresso. Per le cose dette si fa palese l'inganno: ma non cesso di maravigliarmi, che li Signori Mairan, e Martini assai più coraggiosi abbiano espressamente negata la verità del nostro assioma. Non an mai saputo accordare la vecchia comun sentenza colle forze equipollenti, o composte; atteso che ad ognuno è noto, ed è stato dimostrato ad evidenza ne' Commentarj della Regia Accademia di S. Pietro-Burgo, che in qualsivoglia parallelogrammo le forze laterali alla dianogale equivagliono, ed al contrario. Per uscire d'impaccio anno preso il partito di trovare il nodo affatto impossibile a sciogliersi nella loro sentenza. Non si sono dunque astenuti di affermare, che nel caso addotto una causa, la quale tutta s'impiega nel produrre un effetto, resti abilitata a generarlo maggiore, e minore di se stessa in qualsifia proporzione: anzi che la medesima cagione ad innumerabili diversi effetti egualmente si accomoda. Ed ecco fin dove giugne lo spirito di fazione! Possibil mai, che per puntellare una opinione, che da ogni parte vacilla, si presuma di abolir un principio d'eterna incontrastabile verità? Su qual base stabiliremo in avvenire i nostri discorsi, e come ardiremo aprir bocca a fronte de' Pirronisti? La nostra mente resterà ingombrata da un perpetuo sospetto, se per sorta gli effetti, de' quali s'indaga la spiegazione, superino le loro cagioni, o vengano da esse superati; essendo sempre pericoloso attenersi a quella perfetta uguaglianza, che sola esclude il difetto, e l'eccesso, e ci rende paghi ne' nostri divisamenti. Toccherà ai Leibniziani mettere in chiaro, qualmente la Natura si adoperi nel maneggiare le forze composte, senza dimenticarsi del menzionato infallibil principio. Intanto si sappia, che meritamente si ripudiano come false, ed assurde tutte le speculazioni, nelle quali il nostro assioma non si verifica, ed ogni qualvolta ciò succede, fa d'uopo confessare schiettamente di aver errato, e non mai negar fede all'assioma per sostenere a tutto costo l'errore.

IX.

IX.

Rinviene allo ſteſso ò il non aſsegnar cauſa di ſorta ad uno ſpezial genere di effetti, o aſſegnarla tale, che non ci abbia punto che fare, e non ſerbi con eſſo loro qualſivoglia immaginabile proporzione. Metto in non cale le arti indovinatorie, le ſegnature de' Chimici, e le viſioni de' Cabaliſti. Grazie a Dio il buon metodo di filoſofare introdotto dal Galileo ci ha liberati dalle fiſiche ſuperſtizioni, che preſentemente muovono a riſo, e pure per sì lungo tempo an tenuta la mente umana in una miſerabile ſchiavitù. Non ſo caſo delle qualità occulte, cui s' impongono de' magnifici nomi filoſofici, e chiamanſi ſimpatie, iſtinti, ſorze plaſtiche, e nè meno d' una ſchiera di virtù, e di facoltà ſconoſciute, che ſi adducono ſiccome cagioni di effetti per altro cogniti. Gli Ariſtotelici riponevano fra i canoni della Natura l'orrore del vacuo, ed il Galileo deluſo da parecchj riſcontri ſi è ingegnato di ridurlo a computo, e poco ci mancò, che non ne formaſſe una nuova ſcienza. L'ignoranza della vera cauſa, dalla quale tirano l'origine i ſenomeni, che al ſuddetto orrore ſolevano aſcriverſi, ha propagato l'inganno, che ancora ſorſe durerebbe, ſe il Torricelli con iſcoprire la gravità, e la virtù elaſtica dell'aria, non ci aveſſe fatti accorti, che gli effetti oſſervati, non già dalla paura del vuoto, di cui la Natura non è capace, ma dipendevano bensì dalle leggi ſtatiche degli equilibrj. L'allegato eſempio ci ammoniſce, che delle antipatie, degli abborrimenti, e d'altre sì fatte miſterioſe facoltà non ſi tien regiſtro dalla Natura, che con canoni fiſici, e non immaginarj dà norma alle ſue operazioni. Le addotte ſono nozioni popolari, e non dottrinali, cioè di quel genere, che ſecondo la riſleſſione del lodato Galileo non contengono nè verità, nè falſità. Per un capo non ſono falſe; perchè in qualche modo, ed almeno con un vocabolo cómunemente inteſo eſprimon l'effetto. Per l'altro non ſono vere; atteſochè appena adombrano la cauſa ignota, e non ci manifeſtano la ſua conneſſione coll'effetto.

X.

Non mi appagano altresì certi principj troppo aſtratti, dedotti dal cupo ſondo della metafiſica, i quali quantunque ſoſſero veri, non ſono però alle quiſtioni particolari applicabili; perchè riguardano gli effetti con un lontaniſſimo influſſo: attalchè ſe per queſta via ſi tentaſſe di ſoddisfare a qualche ſenomeno (lo che rariſſime fiate ci verrà fatto di conſeguire) il problema, ſervendomi della fraſe geometrica, ſi ſcioglierà per genere improprio. La principale incombenza della prima filoſofia, ſcienza dominante, ed architettonica, conſiſte nello ſtabilire invincibilmente i principj fondamentali delle diſcipline inſeriori, e ſubordinate. Ciò riſpetto alla Fiſica ſi è fatto in parte, ed a miſura delle mie forze proſeguirò il cominciato lavoro. Ma ſe ne perde il frutto, quantunque volte o per troppa ſottigliezza d'ingegno, o per prurito di novità ſi addoſſa-

no principj a principj, ed in vece dell'idee più vicine al ſubbietto, che ſi vuol maneggiare, ſoſtituiſconſi delle nozioni d'un ordine ſuperiore, e molto rimoto da' più ſemplici naturali concepimenti. Tutto dì i corpi mutano ſtato, ed il movimento da maſſa a maſſa ſi trasferiſce. Per capirne l'economia parmi, che prima d'ogni altra coſa ſi deggia porre attenzione di formare in noi un chiaro, e diſtinto concetto della eſtenſione accompagnata dall'inerzia, e dalle forze vive, e morte, e ſopratutto farci padroni, per quanto è poſſibile, del meccaniſmo delle azioni, e delle reſiſtenze. Quinci piantati gli aſſiomi derivati maſſimamente dai due principj della indifferenza, e dell'analogiſmo fra le cagioni, e gli effetti, ſi faccia tranſito ad inveſtigare le leggi della Natura, e a ſeparare le principali dalle ſecondarie: compreſe le quali, ad un intelletto attento, e ſvegliato ſi preſentano a folla, ed in ſerie le conſeguenze, ed agevolmente i fenomeni ſi dilucidano.

XI.

Chi m'inſegna, qual'utilità ſi ritragga a prò de' naturali inveſtigamenti dalle cauſe metafiſiche? Sotto queſta claſſe vanno collocate le monadi Leibniziane, e concedo per ora a titolo d'urbanità, che realmente eſiſtano corredate di tutte quelle mirabili prerogative, che ad eſſe gratuitamente ſi attribuiſcono. Non ſono eſteſe, non circoſcritte dalle proprie figure, non agitate da moti inteſtini: in due parole, ſtanno di mezzo tra lo ſpirituale, e 'l corporeo. Non ripugno, che contengano in ſe medeſime la ragion ſufficiente delle ſenſibili apparenze, e che ad eſſe ſi appoggino la materia ſolida, ed inerte, le forze d'ogni genere, ed univerſalmente le leggi tutte, niuna eccettuata, meſſe in opera dalla Natura. E quì bramerei ſapere, qualmente ſi comportino le monadi, quando s'impiegano a produrre un qualche fiſico effetto, come ſarebbe, per metterne anzi gli occhi uno de' più ſemplici, la comunicazione del moto fra le maſſe molli, ed elaſtiche. Senza fallo in tal incontro cangiano ſtato; perchè altrimenti, ſtando eſſe onninamente inoperoſe, nulla naſcerebbe di nuovo: ma in che maniera, ma con che regole? Neſſuno mi rende conto del recondito magiſtero, per cui queſti elementi di Natura regolano le loro azioni, e reazioni, e quello che più importa, i ſeguaci del Leibnizio, e lo ſteſſo VVolfio non proferiſcono verbo intorno i canoni, che diriggono la ſegreta economia. Io ne ſono totalmente all'oſcuro, e ſolo chiaramente comprendo, che non ci può eſſere lume valevole ad iſgombrar le mie tenebre. A che giova dunque logorarci il cervello dietro le monadi, che mai non vengono ad uſo, anzi che nelle noſtre meditazioni ci ſervon d'impaccio? Per la qual coſa dico, che ſi ſovverte da capo a fondo il buon metodo di ragionare: concioſſiachè ſe ci foſſe mai ſperanza, lo che giudico impoſſibile, di penetrare nell'arcano meccaniſmo de' menzionati elementi; ſi dovrebbe procedere al roveſcio, e pigliarne gl'indizj, e le conghietture dall'artifizio uſato dalla Natura ne' lavori ai ſenſi ſoggetti.

XII.

XII.

Ho ſempre riputato inutili gli ſforzi dell' umano intelletto, qualora ſi abbandonano le comuni conoſciute cagioni per inventarne a capriccio di nuove, e di non più inteſe. Si fabbricano eſſe ſopra un può eſſere, che del pari potrebbe non eſſere: e ſiccome l'accettarle è una mera corteſia; così meglio ſarebbe l'aſtenerſene; perchè dall'incerto non naſce, ſe non ſe l'incerto. Non mi ſia diſdetto trattenermi per poco ſulla attrazioni inſinuate dal Cavalier Nevvton, e da' ſuoi ſeguaci avidamente abbracciate. Oſſervo, che bene ſpeſſo ſi fa un ſalto precipitoſo da cagione a cagione, e l'una dall'altra talmente diſparata, che non ci ſi ſcorge veſtigio alcuno di analogia. Ed una tal foggia di filoſofare, in cui non ſi ravviſa coerenza tra i principj, nè tra le concluſioni, a me ſembra contraria al buon ſenſo, ed alla retta ragione. L'Idroſtatica dimoſtra i Teoremi appartenenti alle galleggianti, ed a' fluidi, che poggiano a varie altezze ne' vaſi comunicanti a miſura della loro ſpecifica gravità. Le conſeguenze ſi cavano unicamente dalla teorica degli equilibrj, nè c'è ſtato Matematico, che abbia battuta altra ſtrada, non eccettuati gli ſteſſi Ingleſi. Ora interviene, che tuffato alquanto un cannellino di anguſto diametro nell' acqua, e nell' argento vivo, quella ſi alzi ſopra il livello, e queſto ſi avvalli: e ciò ſi verifica tanto all'aere aperto, quanto nella macchina del vuoto. Il fenomeno è curioſo, ed accompagnato da particolarità, che fino al preſente non han ricevuta una congrua ſpiegazione. Che ſi fa dunque? Ognuno crederebbe; che ſi attendeſſe novello lume, ed intanto ſi ſoſpendeſſe il giudizio. Nulla di ciò: ſi mette in non calere la legge dell'equilibrio, e non ſi penſa di andare in traccia di quelle circoſtanze, che nel caſo noſtro accidentalmente la turbano. S'introduce di botto nel vetro una comoda attrazione, ed il più bello ſi è, che ſi finge proporzionale non mica alla maſſa, ma alla ſuperfizie concava del cannello, e ſi ricorre ad una quantità matematica, e non fiſica, che ſi mette opportunamente in azione, e con ciò ſi ſaldano tutte le partite.

CAPITOLO SETTIMO

De' principj Nevvtoniani.

I.

L'Incomparabile Signor Cavalier Iſacco Nevvton inteſo col ſuo vaſto, ed acutiſſimo ingegno a ſtabilire i principj matematici della ſcienza naturale, premette tre leggi di Natura, ed altrettante regole di metodo. Le prime leggonſi nel cominciamento della grand'opera, e le ſeconde ſono poſte in fronte del libro terzo, dove ſi ragiona della coſtituzione dell'Univerſo. Non mi ſi aſcriva ad arroganza, ſe all'eſame le ſottometto: concioſſiachè trattandoſi di aſſiomi, ne' quali a prima viſta, e ſenz'alcun giro di raziocinio dee ſcoprirſi limpida la verità, non iſtiamo mai abbaſtanza in guardia per non laſciarci ſedurre dall'apparenza, o dall'autorità. Ed appunto le inavvertenze degli uomini ſommi ſono quelle, che più facilmente ſi propagano, e quaſi ſementa nociva ſparſa nelle menti altrui germogliano in una ricolta copioſa d'errori.

II.

Legge prima. Ogni corpo perſevera nel ſuo ſtato di quiete, o di moto uniforme per linea retta, ſe non ſe inquanto dalle forze impreſſe viene aſtretto a mutare il ſuo ſtato. Queſto aſſioma è certiſſimo, ed è ſtato da me dedotto dal principio generale della indifferenza, potendoſi anche appoggiare alla ragion ſuffiziente, ma ben uſata. Il noſtro Autore conferma il ſuo canone cogli eſperimenti. I projetti, ſoggiugne egli, ne' propri moti coſtantemente perſiſtono, ſe non vengono ritardati dalla reſiſtenza dell'aria, o ſpinti abbaſſo dall'azione della gravità. La trottola, le di cui parti ſono per guiſa coerenti, che di continuo ritraggono ſcambievolmente ſe ſteſſe dai moti rettilinei, non ceſſa di rotarſi, fin a tanto che viene il moto circolare appoco appoco diminuito, ed eſtinto. I pianeti, e le comete, che girano in un mezzo di tenuiſſima reſiſtenza a detta del Signor Nevvton, e ſecondo alcuno de' ſuoi ſeguaci nel vano, conſervano o per lunghiſſimo tempo, o per ſempre i loro moti progreſſivi, e curvilinei. Queſto ultimo eſempio doveva forſe ometterſi; perchè ſi tenta di render ragione d'un fenomeno per altro vero, ma che da' Fiſici in molte maniere viene ſpiegato.

III.

Legge ſeconda. La mutazione del moto è proporzionale alla forza motrice impreſſa, e faſſi ſecondo la linea retta, per cui la forza ſteſſa s'im-

s' imprime. Se una data forza genera qualſivoglia moto, la doppia genererà un moto doppio; e la tripla un triplo, o s' imprima tutta in una volta, o ſucceſſivamente per gradi. Ed un tal moto (atteſochè viene ſempre determinato dalla direzion della forza generatrice) o ſi accreſce al moto coſpirante, o ſi ſottra dal contrario, oppure all' obbliquo obbliquamente ſi aggiunge, e con eſſo giuſto la determinazione dell' uno, e dell' altro ſi modifica, e ſi compone. A buon conto io regolerei l' eſpreſſione: *Si vis aliqua motum quemvis generet..... ſive ſimul, & ſemel, ſive gradatim impreſſa fuerit*; imperocchè non traſmettendoſi mai forza viva da corpo à corpo ſenza le azioni delle forze morte acceleranti continuamente applicate, a parlar eſatto queſte operano ſempre per gradi, e ſucceſſivamente; abborrendo la Natura di progredire per via di ſalti. Appreſſo nella ſpiegazione della legga addotta ſi abbraccia la ſentenza de' Carteſiani, i quali miſurano le forze vive dalla quantità del movimento, e conſeguentemente ſi eſclude la Leibniziana, che le fa proporzionali alla maſſa moltiplicata per la metà del quadrato della velocità.

IV.

Per entrare nella mente dell' Autore diaſi un' occhiata alle conſeguenze. Traſcuro i due primi corollarj, e mi appiglio al terzo. La quantità del moto, che ſi miſura dalla ſomma dei moti coſpiranti, e dalla differenza dei contrarj, non ſi cangia dall' azione mutua de' corpi medeſimi. Concioſſiachè l' azione, e l' oppoſta reazione ſono eguali per la legge terza, ſu cui fra poco ragionerò, e conſeguentemente per la legge ſeconda producono ne' moti mutazioni eguali in parti contrarie; dunque ſe i moti ſi fanno per lo ſteſſo verſo, ciò, che ſi aggiunge al movimento del corpo, che fugge, va levato da quello del corpo, che l' incalza: attalchè ne rimanga la ſomma di prima. Se poi i corpi ſi vengono incontro, ſarà pari la ſottrazione da farſi nel modo d' amendue; onde la differenza dei moti diretti in parti contrarie perſeveri ſempre la ſteſſa. Si adducono finalmente alcuni eſempj, da' quali ſi raccoglie, che avanti, e dopo il congreſſo ſta ſalda la medeſima quantità del moto o aſſoluta, o relativa.

V.

Il Corollario quarto c' inſegna, che il centro di gravità di due, o più corpi non muta lo ſtato ſuo o di moto, o di quiete a cauſa delle azioni dei corpi fra loro in qualſiſia modo eſercitate. Perciò di tutti i corpi agenti l' un contro l' altro (eſcluſe le impreſſioni, e gl' impedimenti eſtranei) il comun centro delle maſſe o ſta fermo, o in linea retta cammina uniformemente. Per confermare il principio nella ſpiegazione ſi dice: ſe alquanti corpi procedono per linee rette uniformemente, il comun centro di due d' eſſi o ripoſa, o uniformemente progredisce in linea retta;

ta; imperciocchè la linea, che congiugne i loro centri particolari, dal comune in ragion data viene partita. Similmente il comun centro di amendue, e di un terzo, qualunque o ſta in quiete, o cammina per linea retta con moto uniforme; avvegnachè da eſſo divideſi la diſtanza del centro comune di due corpi, e del centro del terzo corpo in date proporzione. Così vadaſi diſcorrendo. Quinci nel ſiſtema di due corpi fra loro agenti eſſendo le diſtanze d'entrambi dal centro di gravità reciprocamente come i corpi; ſaranno i moti relativi de' corpi ſteſſi o di accoſtarſi a quel centro, o di allontanarſene fra loro eguali. Per la qual coſa il centro ſuddetto dalle mutazioni eguali de' movimenti fatte in parti contrarie, ed altresì dalle azioni ſcambievoli di queſti corpi nè ſi promove, nè ſi ritarda, nè ſoffre alterazione nel ſuo ſtato riſpetto al moto, ed alla quiete Il raziocinio ſi applichi a qualſivoglia moltitudine di corpi, e ſi conchiuda, che il centro comune di tutti dall'azione di due d' eſſi non cangia ſtato. Ora le azioni tutte dei corpi fra loro o ſi eſercitano fra una coppia di corpi, o ſono compoſte dalle azioni de' corpi medeſimi preſe a due a due; e perciò nel comun centro non inducono mutazione o di moto, o di quiete. Atteſochè prima d'ogni azione il menzionato centro di gravità o ſi mantiene in ripoſo, o per una data retta procede con celerità equabile; non oſtante le mutue azioni de' corpi o ſempre ſeguiterà a ſtarſene in quiete, o continuerà a viaggiare con pari velocità per la ſolita direzione, ſe dalle forze eſtrinſecamente comunicate non verrà obbligato ad aſſumere una novella coſtituzione di coſe. Il ſiſtema dunque di parecchi corpi è regolato da quella ſteſſa legge, che dà norma ad un corpo ſolo, quanto alla perſeveranza nello ſtato di moto, o di quiete; concioſſiachè il movimento progreſſivo d'un corpo ſolitario, o d'un ſiſtema di corpi dee ſempre deſumerſi dal moto del centro di gravità.

VI.

Non è da ſtupirſi, che l'inſigne Geometra Ingleſe ſiaſi laſciato rapire dal corſo d'un'opinione derivata fino dal Galileo, ed abbracciata concordemente da tutti i Matematici d'Europa. La prima volta, che il Leibnizio diede fuori il ſuo non più udito ſentimento, la novità fu mal ricevuta, e generalmente ſpacciata per uno ſtrano paradoſſo. Coll'andar del tempo ſi è maturata, e reſa di miglior ſapore, e preſentemente ardiſco di dire, che il non arrendersi alle dimoſtrazioni teſtè uſcite in pubblico riſente di oſtinazione. Dalla quantità del movimento ſi piglia l'eſtimazione delle forze vive, e conſeguentemente degli effetti, ch'eſſe ſono atte a produrre. Si ſuppone, che reſtino illeſe nel congreſſo de' corpi, e nelle comunicazioni de' moti, avendoſi ad aggiugnere, ſe ſono coſpiranti, ed a ſottrarre, ſe ſono contrarie. Ma egli è certo, che forza non diſtrugge forza, e che le forze negative, a cui gli effetti negativi dovrebbono parimenti corriſpondere, ſono ſtravaganti immaginazioni introdotte in grazia d'una falſa ipoteſi. Oltre che non è ſempre vero, che ſeguita la vicendevole azione fra

le

le maſſe, perſeveri la medeſima quantità di moto, che il centro di gravità viaggi prima, e dopo l'urto con velocità o nulla, o pari, e per la ſteſſa direzione. Sono queſte leggi ſecondarie in parecchie circoſtanze abbandonate dalla Natura, ogni qualvolta così dee comportarſi per tener ferma la principale felicemente ſcoperta dal Leibnizio. Al canone fondamentale deggiono ſottometterſi gli acceſsorj, i quali non trovan luogo, quando il meccaniſmo della Natura non conſente, che l'uno, e gli altri inſiememente ſi accordino. Ed atteſochè per lo più interviene, che tanto la legge principale, quanto le ſecondarie ſi accoppino, ed unitamente ſi verifichino; non è maraviglia, che uomini di finiſſimo intendimento forniti ne ſiano ſtati delusi:

VII.

Dal gran principio della indiſpenſabile egualità tra le cagioni, e gli effetti naſce un corollario: ed è; che in qualunque maniera ſi adoperi un corpo animato da una forza viva di determinata attività nel partecipare ad altri corpi le impreſſioni o direttamente, o per iſtrade obblique, ed anche per mezzo di replicate rifleſſioni, o conſumando il ſuo intiero vigore, o ritenendone in ſe ſteſſo una porzione, ovvero ſpendendolo parte in forze vive, e parte in morte; ſuccederà ſempre, che l'aggregato delle forze, compiute le azioni, pareggi quella forza, che da principio riſedeva nel mobile. E vaglia il vero gli effetti tutti da una ſola cauſa nella noſtra ſuppoſizione traggon l'origine: come dunque può eſſere, ch'eſſi ricreſcano, o ſcemino, ſe non ſi aumenta, o non ſi minora proporzionatamente l'energia della cagione operante? Se due corpi affatto molli ſi percuotono inſieme, e dopo la colliſione con celerità pari di conſerva procedono, la forza viva in eſſi ſuperſtite non aſſorbe intieramente il vigor della cauſa; avvegnachè cade in paralogiſmo chi ne traſcura quella parte, che paſſa in forza morta, e nell'ammaccatura, e nella coſtipazione s'impiega. Appreſſo chi dirà mai, che una maſſa elaſtica guarnita d'una data celerità, ſe per avventura urta in un obice inamovibile, e patiſce una rifleſſione ſotto qualunque angolo, acquiſti, o perda forza, mentre cammina per la nuova ſtrada colla primitiva velocità? Il moto rifleſso cangia la direzione, ma non lo ſtato dei corpi, ſe non ſe in quanto una porzione della loro forza ordinariamente manca ſul colpo, laſciando di ſe un qualche veſtigio. Per altro le molle perfettamente tali reſtituiſcono nello ſpiegarſi tutta la forza, che anno ricevuta nel riſtrignerſi, ſenza nè punto nè poco alterarla; non eſſendoci motivo di ſorta, per cui deggiano accreſcerla, o diminuirla. E niente importa, che dal ribattimento ſia ſpinto il mobile verſo qualunque piaggia; avvegnachè conſerverà egli la ſua ſolita energia, ed a produrre un effetto pari per qualſivoglia direzione ſarà egualmente valevole. Anco in tali circoſtanze giuoca il canone generaliſsimo della indifferenza, e la coſa è tanto piana, che a nulla ſerve il maggiormente riſchiararla.

VIII.

Mi accingo a dimoſtrare, che colle premeſſe irrefragabili verità non può conciliarſi la maſſima de' Carteſiani, i quali la forza viva, e la quantità del moto, o di direzione giuſto la fraſe del Sig. Giovanni Bernoulli, malamente confondono. Meſſi da canto i più ſottili inveſtigamenti, mi vaglio d'una ſempliciſſima ipoteſi. La palla A (Fig. IV.) colla velocità V urti direttamente nella palla B coſtituita in quiete, ed ambo ſieno perfettamente elaſtiche. La Teorica di Criſtiano Ughenio ricavata dal moto traslato m'inſegna, che ſeguita la colliſione, la sfera B camminerà colla velocità $= \frac{2AV}{A+B}$, e ſarà fornita della quantità di moto, o della forza viva ſecondo l'opinione degli Avverſarj $= \frac{2BAV}{A+B}$; la quale paragonata colla primitiva eſiſtente avanti qualunque azione nel corpo $A = AV$, ci ſi preſenterà l'analogia $AV : \frac{2BAV}{A+B}$, ovvero $A+B : 2B$. Facciaſi A minore di B, ed in tali caſi la forza, che riſiede nella maſſa B, ſupererà quella, da cui prima della percoſſa era animata la maſſa A: ſebbene queſta ſi è l'unica, che faccia figura di cauſa. A buon conto ſe la sfera A procedente da principio colla celerità V era valevole a produrre un dato effetto; la palla B, ſiccome dotata di più forza, un maggiore ne produrrà. Eppure la B altronde che dalla A il ſuo vigore non riconoſce. Ed ecco una manifeſta ripugnanza: concioſſiachè non mi ſi darà mai ad intendere, che una forza limitata, abile a generar un effetto pari a ſe ſteſſa, trasfondendo in parte la ſua azione per mezzo d'un altro corpo, giunga a partorire un più grand'effetto. A cagion d'eſempio la maſſa A affetta dalla velocità primitiva V iſcavi nella materia molle, e cedente una foſſa proporzionata: chi dirà mai, che il globo B, il quale nell'atto della colliſione acquiſta una maggior quantità di moto, conforme abbiamo dal calcolo, ſi renda atto a formare una buca più larga, e più profonda? Così convien dire, mentre le forze dei corpi in moti ſi miſurino dalle maſſe moltiplicate nelle attuali velocità; perchè all'efficacia più gagliarda della cagione operante dee neceſſariamente corriſpondere un più ſenſibile effetto.

IX.

La riſpoſta, per cui gli Avverſarj tentano di ſfuggire l'aſſurdo, è, s'io non erro, ancora più aſſurda. Affermano, che biſogna por mente a ciò, che ſuccede nel corpo A, la velocità del quale, compiuto l'urto, ſi fa eſſere $= \frac{A-B}{A+B} \times V$. E perchè ſi vuole A minore di B, la predetta velocità

ſarà

ſarà negativa, e la palla A, cangiata direzione, camminerà al roveſcio della palla B. Quinci ſa d'uopo computare ſiccome negativa la quantità del moto della maſſa A, eſpreſſa per $\frac{A^2V-ABV}{A+B}$, e ſottrarla dalla poſitiva della maſſa $B=\frac{2ABV}{A+B}$. Iſtituite le operazioni analitiche, troveremo $\frac{A^2V-BAV+2ABV}{A+B}=\frac{A+B\times AV}{A+B}=AV$; e perciò la quantità del movimento de' due corpi A, B, ſeguito l'urto, è preciſamente uguale alla primitiva, quando ſe ne prenda la differenza. Che ſe il globo A foſſe maggiore del globo B, eſſendo le quantità del moto coſpiranti, ſe ne dovrebbe pigliar la ſomma. Queſte ſono idee puramente algebratiche, che ſi fanno giuocar in Fiſica a contrattempo. E vaglia il vero: la ſfera A, che torna indietro, qualunque volta è più picciola di B, ſi trova corredata di maſſa, di velocità, e conſeguentemente di forza viva, ed è capace di vincere la tenacità delle materie cedenti, e di forare una buca proporzionale alla ſua energia. Nulla dunque rileva, che l'azione ſi dirigga vers' Oriente, piuttoſto che verſo Occidente, qualora un pari effetto ſuccede. Non ha più che fare dopo la percoſſa la palla A colla B, e l'una eſſendo dall'altra ſtaccata, e procedendo tal fiata con celerità oppoſte, non eſercitano inſieme alcuna ſorta di commerzio, ed ognuna d'eſſe a miſura del ſuo vigore ſi adopera. Forſe la foſſa formata dal corpo A, che retrocede, non debbe annoverarſi fra gli effetti Fiſici, e reali, ma corriſpondendo ad una forza, che ſi ſpaccia per negativa, ſarà dello ſteſſo genere? Per la qual coſa, conforme che la cagione agente, o la forza viva conſiſte nel divario fra le due quantità del moto direttamente contrarie; così l'effetto vero, e reale dovrà miſurarſi non già dalla ſomma, ma bensì dalla differenza fra le due buche: laonde la foſſa eſcavata dalla palla A avrà a ſottrarſi dalla più grande prodotta dal globo B, ad oggetto di conſervar illeſa l'uguaglianza fra la cauſa generante, e l'effetto generato. La Natura nell'opporre le ſue reſiſtenze agli ſforzi de' corpi in moto, non bada alle direzioni, e parmi impoſſibile, che uomini dotati di fior d'ingegno non arroſſiſcano nell'eſporre in pubblico tali eſorbitanze.

X.

Ho ſempre riputato un fortiſſimo argomento a pro dei Lebniziani, che dalla lor poſizione le forze negative reſtano eſcluſe. La maſſa, e l'inerzia ſono certamente affermative, e tale ſi è la ripugnanza di qualunque corpo al cangiamento di ſtato, la quale non ſi diverſifica da ciò, che il mobile venga ſpinto piuttoſto per una, che per l'altra ſtrada. Le direzioni, ed anche le velocità ponno eſſere relativamente contrarie: ma una celerità o poſitiva, o negativa alzata al quadrato, e moltiplicata per la maſſa ci dà

ſempre un prodotto affermativo, e di conſeguenza una forza vera, e poſitiva atta a generare un effetto Fiſico: avvegnachè in qualunque maniera, e per qualſivoglia direzione un corpo muti ſtato o per il moto locale, o per la figura, e per la coſtipazione delle parti, o per altro titolo, l'effetto è ſempre reale, e non mai negativo; altrimenti fra le quantità negative avrebbe a riporſi la maſſa, e l'inerzia alla maſſa proporzionale. Raccolgaſi per via di Corollario eſſere impoſſibile, che la forza viva d'un corpo in moto ſia come la maſsa moltiplicata in qualſiſia poteſtà della velocità, quando l'eſponente ſia un numero impari: e la ragione ſi è, perchè alle velocità negative le forze altresì negative riſponderebbono.

XI.

E' tempo omai di troncar il nodo. La palla A, che compiuta la percoſſa, a ritroſo della palla B s' incammina verſo C colla quantità del movimento $\frac{A^2V-ABV}{A+B}$, incontri per viaggio la cordicella DG elaſtica, e teſa: ed il mobile nello ſtirarla, e nel ripiegarla in angolo perderà appoco appoco la ſua forza totale, riducendoſi per un momento alla quiete: ma la ricupererà tutta intiera col rimetterſi della molla, la quale eſſendo guarnita d'una perfetta elaſticità, in ſe ſteſſa una minima parte non ne ritiene. Superiormente ſi è inſinuato, che la rifleſſione non muta forza; perchè è proprietà d'un riſentito elaſtro di reſtituirla ſenza minoramento tal quale l'ha ricevuta. Per la qual coſa ſeguito il ribattimento, ambo le sfere A, B progrediranno giuſto la direzione CBH con quantità di moto coſpiranti, ed affermative: la prima colla quantità $\frac{B-A \times AV}{A+B}$, e la ſeconda colla quantità $\frac{2BAV}{A+B}$. Quì non ci ſono movimenti oppoſti, onde l'uno abbia a ſottrarſi dall'altro, e perciò ſe ne dee prender la ſomma

$= \frac{B-A \times AV + 2BAV}{A+B} = \frac{3BAV-A^2V}{A+B}$, la quale paragonata colla quantità primitiva del movimento $= AV$, ci dà l'analogia

$\frac{3BAV-A^2V}{A+B} : AV$; ovvero $3B-A : A+B$. Ma poſta B più grande di A, il primo termine è maggiore del ſecondo; dunque dopo il congreſſo, e la rifleſſione la quantità del moto, che riſiede nelle due palle A, B, ſupera di lunga mano quella, da cui prima d'ogni azione era animata la ſfera A. Salvi chi può nella ſentenza de' Franceſi, e degl' Ingleſi l'uguaglianza fra le cauſe, e gli effetti, mentre abbiamo ſotto gli occhi effetti tali, che l'energia della propria cagione vincon d'aſſai.

XII.

XII.

Si potrebbono replicare le riflessioni, e dirigere i corpi A, B per qualunque verso, persistendo illese le loro forze modificate dalla mutua collisione. A cagion d'esempio la palla A, che nel caso nostro cammina al rovescio della B, dia di petto nella fune elastica ECF ripiegata rispetto alla linea AC del moto ad angolo semiretto ACF; ognuno comprende, che ribalzerà la sfera per la retta CD normale ad AC, salva la sua solita velocità. In ordine a ciò le quantità del moto, da cui sono affetti i corpi A, B, si dispongono in maniera, che le lor direzioni non sono cospiranti, nè contrarie; attesochè mentre il corpo B prosegue il suo viaggio per la strada BH, l'altro A viene obbligato a muoversi per la linea CD perpendicolare a CH. In tale ipotesi delle due quantità del movimento, che nelle masse A, B si rinvengono, deesi prendere la somma, o la differenza? S'io per poco milito sotto le bandiere degli Avversarj, non so come uscire d'impaccio. Per una parte le divisate quantità di moto l'una dall'altra sottrar non si vogliono; perchè fra i movimenti non c'è contrarietà. Per l'altra richiedendo la ragione, che per l'addotto motivo si aggiungano; cade di bel nuovo a terra la sentenza comune: concioſſiachè abbiamo meno forza nella cagione, che nell'effetto, nè si sa capire qualmente una forza più picciola resti abilitata a produrne una più grande.

XIII.

Per ora basti così. La teorica del Leibnizio non soggiace ad ambiguità, e toglie di mezzo gli assurdi, e spezialmente il massimo, che giugne fino a distruggere l'indispensabile uguaglianza fra le cagioni produttrici, e gli effetti prodotti. Ed in fatti pigliſi la velocità della palla A o negativa $= \frac{AV - BV}{A+B}$ dopo la collisione, o affermativa $= \frac{-AV+BV}{A+B}$ dopo il ribattimento, il suo quadrato farà sempre positivo $\frac{A^2V^2 - 2ABV^2 + B^2V^2}{A^2+2AB+B^2}$, che moltiplicato per la massa A esporrà la forza viva del corpo A, la quale non può mai essere affetta dal segno negativo. Facciasi un pari lavoro intorno il corpo B, e la sua forza viva si esprima per $\frac{4A^2BV^2}{A^2+2AB+B^2}$, indi unisconsi insieme le predette forze, e si abbia il loro aggregato

$$= \frac{A^2V^2 - 2A^2BV^2 + AB^2V^2 + 4A^2BV^2}{A^2+2AB+B^2} = \frac{\overline{A+B}^2 \times AV^2}{\overline{A+B}} = AV^2,$$

istituite le debite operazioni. Quindi in qualunque modo si comunichi il mo-

movimento, iterando i colpi, e le rifleſſioni, e facendo paſſare le velocità di poſitive in negative, di dirette in obblique; avverrà ſempremai, che raccolte in una ſomma le forze vive, di cui ſono forniti i corpi A, B, pareggino l'originale AV^2, che da principio nel corpo A riſedeva. E queſta ſi è la regola fondamentale, di cui la Natura non ſi dimentica, perchè ſe altrimenti ſi adoperaſſe, ceſſando in parecchi caſi i canoni ſecondarj, non ci ſarebbe maniera di tener ferma la ſtretta corriſpondenza fra le cagioni, e gli effetti, ed una forza data ſarebbe capace di generar un compleſſo di forze tali, che di gran lunga la ſuperaſſero, o ne reſtaſſero ſuperate. Per la qual coſa da un canto ſi ſovverte l'economia dell'Univerſo colla introduzione d'innumerabili leggi, che a niſſuna ſi ſottomettono, e dall'altro ſi diſtrugge la Scienza Fiſica, togliendoſi di mezzo ogni criterio di ſapere, ed ogn'indizio di verità.

XIV.

Fa di meſtieri pertanto diſcernere, e ſeparare la legge principale dalle acceſſorie. Dall'oſſervare la prima inviolabilmente, la Natura non ſi diſpenſa giammai. Delle altre talvolta ſe ne ſerve, e talvolta le traſcura, ſecondo che le circoſtanze il richiedono; ſuccedendo bene ſpeſſo, che ſenza ripugnanza non poſſono inſieme accoppiarſi. Ella guari non fa caſo, che le quantità del movimento, e le velocità relative ſi mutino, nè tampoco, che il centro di gravità acceleri, o ritardi il ſuo viaggio, e devii dalla ſua direzione. La celerità d'eſſo centro ſi determina, applicando alla quantità del moto la ſomma delle maſſe. Nel noſtro caſo procedendo il corpo A colla velocità V, e ſtando il corpo B in ripoſo; il centro comune progrediſce colla celerità $= \frac{AV}{A+B}$, e dopo l'urto colla equivalente $\frac{A^2V+BAV}{\overline{A+B}^2} = \frac{AV}{A+B}$. Ma quando il mobile patiſce una rifleſſione, e ſtimolando la ſinicella elaſtica DG, perde a gradi il ſuo moto, per guiſa che pareggiandoſi la forza operante colla reſiſtente, ſe non altro per un momento alla quiete ſi riduce. In tal incontro ſuſſiſte ſoltanto la quantità del moto nel corpo $B = \frac{2BAV}{A+B}$, che all'iniziale AV ſta, come 2B: A+B, e nella ſteſſa ragione ſi rinviene la velocità del comun centro alla primitiva; mercecchè per determinarle amendue, ſi deono dividere le riſpettive quantità del movimento per la ſomma coſtante A+B delle maſſe. E giacchè A ſi è aſſunta minore di B; ne ſegue, che il menzionato centro procede con maggiore celerità. Appreſſo ſi rimetta la molla, e reſtituiſca al globo A l'intiera velocità in ſenſo contrario, onde viaggi per la direzione CAB colla quantità poſitiva di mo-

moto $= \frac{ABV - A^2V}{A+B}$, cui ſi aggiunga l' altra del corpo B, per averne

la ſomma $= \frac{2ABV - A^2V}{A+B}$, e conſeguentemente la velocità del centro

di gravità $= \frac{2ABU - A^2V}{\overline{A+B}^2}$, la quale paragonata colla iniziale $= \frac{AU}{A+B}$

ſta in proporzione di $2B - A : A + B$. Al pari dunque della quantità del moto ricreſce la celerità del comun centro delle maſſe. Nè con ciò ſi turba punto l' economia, e la coſtanza della Natura, che traſandate in certe occorrenze le leggi ſecondarie, col non violare la principale conſerva intatta l'anologia tra le cagioni, e gli effetti, e nel tempo ſteſſo ci porge un fermo criterio per riconoſcere i canoni fondamentali, e per ſepararli dagli acceſſorj.

CAPITOLO OTTAVO

Della terza legge Nevvtoniana.

I.

LEgge terza. L'azione è ſempre uguale, e contraria alla reazione; ovvero le mutue azioni fra due corpi ſono ſempre uguali, e ſi diriggono in parti contrarie. Di queſto Canone anno avuto ſentore gli antichi Filoſofanti, i quali ſolevano dire; che *omne agens agendo repatitur*, e che *agens tantum agit, quantum patitur*. Io ſono ſtato lunga pezza perpleſſo, qual profitto in Fiſica poſſa trarſi dal premeſſo aſſioma: e perchè maneggiandolo da molti lati mi ſono accorto, che non va eſente dalle equivocazioni, e che tal fiata ſe ne fa abuſo, ſpezialmente nelle ſcuole Carteſiana, e Nevvtoniana; ho preſo il partito non già di eſcluderlo totalmente, ma piuttoſto di ridurlo a dovere, e di rinſerrarlo fra ſuoi giuſti confini. Abbiaſi continuamente in viſta la neceſſaria eguaglianza fra le cauſe generanti, e gli effetti generati: legge di Natura inalterabile per ogni titolo, e che non ammette eccettuazione. Queſta dia norma al menzionato principio delle azioni, e delle reazioni, e ſtiamo ſempre in guardia, s'eſſo coll' altro ſi accorda, e camminano amendue di concerto. Quando ſcambievolmente ſi contraſtano, ſia ſtabilito, che il ſecondo al primo dee cedere la preminenza; perchè o ſi prende sbaglio nel miſurare le azioni, e le reazioni; o mal ſi conoſcono le vere cagioni, e gli effetti corriſpondenti. Obbliato un tal importante documento, daremo di petto ne' paralogiſmi, e negli aſſurdi.

II.

II.

Me ne danno indizio gli esempj addotti dal nostro Autore. Prosegue egli: un corpo, che preme, o tira un altro, è premuto, o tirato altrettanto. Se tal uno preme col dito una pietra, del pari viene il dito dalla pietra premuto. Piacemi di surrogare al dito una palla grave, che posi sopra una tavola, per avere una potenza, che non cessi mai di costantemente operare. Collocato con destrezza il peso sulla mensa, la gravità, che non dorme, fa forza di spignerlo all'ingiù, e sul bel principio esercita una qualche minima azione, per cui 'l piano, ed il globo a vicenda si ammaccano. Qui c'entra un grado fievolissimo di forza viva, del quale non occorre presentemente di far parola. Dopo ciò il conato agente, ed il reagente alla per fine si equilibrano, e le cose alla perfetta quiete riduconsi; nel mentre cioè, che la resistenza della tavola pareggia la sollicitazione istantanea del grave, il quale sebbene replica incessantemente i suoi sforzi, non supera però la ripugnanza del piano, che ricusa di soffrire una maggiore costipazione. C'è dunque una perpetua lotta tra le pressioni del peso, e le contrapressioni del sostegno, ed in tal positura di cose l'unico effetto, che si ottiene, è l'equilibrio di due forze morte, atte a cozzare insieme per tutta l'eternità, senza che da una banda, piuttosto che dall'altra pieghi mai la vittoria.

III.

Ne'divisati contrasti, quantunque volte si tratta semplicemente di forze morte, i conati delle quali scambievolmente impediti non arrivano mai a produrre forze vive, ha luogo il canone, che l'azione è uguale, e contraria alla reazione, e possiamo servirsene fuori d'ogni sospizione d'errare. Poste due d'esse ambo attive, che pugnando insieme non si superino, come due elastri di pari robustezza, i quali oltre il premere ugualmente gli appoggi inamovibili, reciprocamente si sostengano; si osservi, che amendue nell'atto stesso fanno figura di cause, e di effetti. Operano in qualità di cagioni; perchè fanno sforzo di dilatarsi: ed operano altresì siccome effetti; perchè con pari niso alla espansione si oppongono. Per la qual cosa non si puote metter in dubbio l'eguaglianza tra l'azione, e la reazione, o vogliam dire tra la cagione, e l'effetto; imperocchè egli è indifferente considerare l'urto della molla a destra come causa, e quello della molla a sinistra siccome effetto, o pure al rovescio: laonde nella presente ipotesi la cagione, e l'effetto non si distinguono, e sono una cosa medesima.

IV.

Il secondo esempio allegato dall'insigne Geometra Inglese si è quello del cavallo che si strascica dietro una grossa pietra legata ad una fune.

ne. Quanto il cavallo ſpigne avanti il ſaſſo, altrettanto è tirato, per così dire, indietro dal ſaſſo medeſimo; atteſochè la corda violentemente ſtirata, che fa forza di riſtrignerſi con pari, ed oppoſta azione promuove il moto della pietra, e ritarda quel del cavallo. Poſta ſoltanto attenzione alle forze morte, che mutuamente ſi contraſtano, queſto caſo rinviene all'antecedente. Ed in fatti può accadere, che al cavallo, per quanto sforzo egli v'impieghi, non rieſca di muovere il groſſo peſo, che al ſuo conato ſi oppone; perchè dalla reſiſtenza, che impediſce l'azione ne naſce una ſpezie d'equilibrio. Non può negarſi, che il cavallo per mezzo della fune non faccia nell'eccedente peſo una qualche impreſſione o di ſtiramento, o di tremito, ma ſenza ſenſibil profitto; avvegnachè oltre l'inerzia, e la gravità ſi ha da vincere l'adeſione, ed il ſregamento. Conſiderato poi 'l moto alla pietra comunicato, la coſa ricade nella ſeguente iſpezione; concioſſiachè torna allo ſteſſo, che l'economia de' movimenti ſi regoli o per via d'impulſi, o per via di attrazioni. Ne' Comentarj dell' Accademia di Bologna ho pubblicata una Diſſertazione, in cui ſi dimoſtra, che nell'uno, e nell'altro incontro ſi verificano le ſteſſe ſteſſiſſime leggi, e che quella porzione di forza viva, che nel primo caſo ſi conſuma nella ſcambievole contuſione de' corpi, che ſi percuotono, nel ſecondo s'impiega nello ſtendere, o nel rinſerrare la verga elaſtica, che li congiugne.

V.

Segue il terzo eſempio. Se un corpo qualunque urtando in un altro, colla propria forza cangerà lo ſtato del paziente, quello, che agiſce, ſoffrirà nel ſuo moto la medeſima mutazione in parte contraria per la reſiſtenza dell'altro: e ciò atteſa l' egualità della mutua preſſione. A cotali azioni ſi fanno pari le mutazioni non mica delle velocità, ma bensì dei moti, cioè de' corpi non altronde impediti: imperocchè le mutazioni delle velocità fatte in parti altresì contrarie (eſſendochè i moti egualmente ſi mutano) ſono ai corpi reciprocamente proporzionali. Queſta legge ha parimenti luogo nelle attrazioni, come nel proſſimo ſcolio ſi proverà. Inſiſte il Cavalier Newton a confermare le maſſime Carteſiane applicandoci l'aſſioma, che le azioni ſono ſempre uguali, e contrarie alle reazioni. Io per me penſo, che facciaſi un patente abuſo del pronunziato: e la ragione ſi è, perchè non ſi forma una chiara, e diſtinta idea dell'azione, e della reazione, e molto meno della cauſa, e dell'effetto. A buon conto ſi torna a confondere la forza viva colla quantità del movimento: ſopra il qual punto io non dovrei ſpender parole, avendo provato abbaſtanza nell'antecedente capitolo, che la Natura non ſi prende penſiero di conſervar ſempre intatta la ſteſſa quantità di moto: regola, che quand'anco frequentemente s'adempia, debbe tuttavia riporſi fra le ſecondarie, e non può mai far figura di principale. Per la qual coſa ſu queſto canone non abbiamo a far pauſa, nè derivare da eſſo il meccaniſmo delle cauſe fiſiche: ma fa d'uopo internarſi più addentro nelle azioni delle forze morte, e nella vera eſtimazione delle forze vive, che indi ſi generano proporzionali alla

metà del prodotto della massa nel quadato della velocità. I Matematici di Francia, e d'Inghilterra, i quali della massima Leibniziana non si appagano, non isperino mai di capire la germana economia delle azioni, e delle reazioni, nè di mettere a coperto la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti.

VI

Qui cadono in considerazione tre definizioni premesse fra le altre dal nostro Autore, le quali sebbene pare, che si ristringano a soli conati centrali, deggiono valere in qualunque sorta di forze successivamente applicate. Definizione sesta. La quantità assoluta d'una forza morta si misura dall'efficacia maggiore, o minore della cagione. La virtù magnetica a proporzione della mole, o dell'intensione è più forte in una, che nell'altra calamita. Aggiungo, che un elastro o più serrato, o più robusto esercita sforzi maggiori per restituirsi. Definizione settima. La quantità acceleratrice d'una forza morta si desume, ed è proporzionale alla velocità generata in un dato tempo. Il vigore della stessa calamita ricresce al diminuirsi della distanza. La gravità stimola più alla discesa i mobili nelle basse valli, e meno nelle alte cime de' monti, e meno ancora in maggiori lontananze dal globo della Terra. Ma in eguali discostamenti è da per tutto la stessa, e tolta di mezzo la resistenza dell'aere, accelera egualmente i corpi, o piccioli, o grandi, o pesanti, o leggeri. Definizione ottava. La quantità motrice delle forze continuamente applicate si misura, ed è in ragione del moto in un dato tempo prodotto. Così in differenti corpi sta come i pesi, e nel corpo medesimo si rinviene maggiore in vicinanza della Terra, e minore in lontananza. Questa quantità è, per così dire una propensione del corpo intero verso il centro, e si rende palese da quella forza contraria, ed eguale, che impedisce la caduta del mobile.

VII.

Quantunque io sappia, che nel determinare il significato de' vocaboli non si debba piatire; non consente però il buon metodo, che coll'abuso d'una definizione di nome favorevole ad una dubbiosa sentenza, si procuri di soppiatto decidere una celebre controversia, e s'incorra inavvedutamente in una manifesta petizion di principio. Assume il Cavalier Newton, che le impressioni acceleranti o variabili, o costanti tante volte si replichino, quanti sono gli elementi del tempo, che danno norma alle successive istantanee azioni, e conseguentemente si fa forte sulla formola del Galileo $fdt = mdu$, in cui f esprime la forza sollecitante, dt l'elemento del tempo, m la massa del corpo, cui si comincia il moto, e du la flussione della velocità crescente. Passando alle integrazioni, avremo $\int fdt = mu$: ma la sommatoria $\int fdt$ dinota l'aggregato di tutti i minimi

im-

impulsi relativamente al tempo derivati dalle forze morte successivamente operanti, e trasferiti passo passo nella massa m; dunque tenuta salda l'uguaglianza tra la cagione, e l'effetto, la somma delle sollecitazioni $\int fdt$ fa figura di causa agente, e la quantità del moto mu indi nascente ci rappresenta l'effetto prodotto pari alla propia cagione. Con pace però dell'illustre Scrittore dico, che dovea egli non supporre, lasciandosi sedurre dal comun pregiudizio, ma dimostrare che l'integrale $\int fdt$ espone la giusta misura delle azioni sollecitanti, e per conseguenza la vra energia della causa, e che la quantità del movimento mu espone la forz viva al mobile partecipata. Posso negare ambedue le proposizioni conquella stessa confidenza, con cui sono state pronunziate. E vaglia il ero, chi mi vieta di servirmi dell'altra formola $fds = mudu$, che provne dall' antecedente, surrogando soltanto invece di dt la magnitudine quivalente $\frac{ds}{u}$, cioè in vece dell'elemento dt del tempo quello dello spio espresso per ds diviso per l'attuale velocità. Dalla equazione $fds = mudu$ caverò illazioni totalmente diverse, e dirò, che la forza morta f moltiplicata nella differenza ds dello spazio, che si percorre, è uguale l prodotto della massa m nel movimento della velocità $= udu$ e che sicme la forza stessa operante costantemente per l'infinitesimo spazietto d, a cui si applica, mi dà l'aumento dell'azione; così la grandezza corspondente $mudu$ mi fa palese l'elemento inassegnabile della forza viva, he al mobile vassi aggiugnendo. Quinci sommando $\int fds = \frac{mu^2}{2}$, e cseguentemente il complesso delle azioni esercitate dalle forze morte o conti, o variabili, nell' accompagnare la massa m per gli spazj minimi ds si trova precisamente uguale alla forza viva $\frac{mu^2}{2}$ impressa nel mobile.

VIII.

Tale si è lo stato della quistione. Si cerca, la forza viva comunicata ad un corpo, o meglio, se i suoi impercebili incrementi deggiano misurarsi dall'energia della forza morta moltiplicata nelle differenze dt dei tempi, o pure in quelle degli spazj osse per ds. La cosa è per se stessa ambigua, e le prove, che sogliono chiamarsi a priori sono del pari incerte, ed inconcludenti. Mi faccio unque ad esaminare le conseguenze, che da ambedue le opinioni immediatamente dipendono; atteso chè portato avanti l raziocinio per via delle itate illazioni accaderà forse, che mi si presenti o da una parte, o dall' tra una qualche ripugnanza, la quale mi accerti da che lato pieghi l verità. Piglio anzi

gli occhi una ſempliciſſima ipoteſi, e voglio, he ad una fune elaſtica A B (Fig. 5.) oltre la ſua natural dimenſione violentemente ſtirata, ſi attacchino due palle A, B. Potendo io eſtenuare quanto mi piace la maſſa, e l'inerzia della cordicella, ſalva la ſua virtù elaſtica, giovami di fingerla tanto ſottile, e leggera, che la quantità della materia di cui è compoſta, riſpetto alle maſſe A, B ſia in ragione minore di quaunque data, e perciò non abbia ad entrare ne' conputi. Prima d'ogni altra coſa oſſervo, che le sfere A, B trattenute da forze eſterne invincibili non permetteranno, che la corda ſi accorci. Non laſcierà però queſta di eſercitare contro eſſe perpetuamente un pari conato per la legge delle azioni, e delle reazioni fra le forze morte di ſopra ſpiegata, nua importando, che un corpo ſia maggiore dell'altro in qualunque proporzion. Levati gl'impedimenti, l'inerzia delle maſſe A, B cederà alle forze mor della molla, e le palle ſi anderanno paſſo paſſo accelerando, fin a tant che la ſunicella riducaſi alla ſua nativa lunghezza CD. E perchè le fibre elaſtiche ſi corrugano in ſenſo oppoſto; è neceſſario, che ſi dia un ſito, inui due fibrelle proſſime riſtringendoſi con direzioni contrarie, ſi tocchino ed operando con pari niſo, vicendevolmente ſi ſoſtengano. Non coſterebbe molto il dimoſtrare, che queſto punto ſegnato E ſi è il centro di gravità de due maſſe A, B dividente la corda CD nella ſua natural poſitura o più o meno diſtratta in ragion reciproca delle maſſe predette; onde s' abbia qualunque incontro B: A:: CE: ED:: AE: EB:: AC: DB. Eſſo centro erſiſte immoto, mentre tutti gli altri punti della ſunicella ſi rannicchian, ed acquiſtano movimento.

IX.

Ora s'intendano eſcritte le ſcale delle ſollecitazioni elaſtiche K I C, N M D (Fig. 6.) taliuali ſi poſſano eſſere; perchè non importa il determinare l'indole delle urve locali. Baſta il ſapere, che quanto più la corda A B è teſa, tanto uno ſforzo maggiore per rimetterſi. Avremo dunque ne' punti eſtremi, B le maſſime forze ſollecitanti A K, B N fra loro eguali; perchè la ſun cominciando a contraerſi, impiega un niſo pari contro le sfere A, B. Pervenute ai ſiti analoghi H, L, ſeguiteranno ad eſſere ſtimolate con conati ensì minori; ma però eguali; avvegnachè tutte le fibre ſaranno egualmente corrugate, ed ai riſtringimenti A H, B L, che fanno figura di aſſiſſe, proporzionali alle diſtrazioni totali A C, B D, o alle lunghezze diſtratte E, B E, riſponderanno le ordinate eguali H I, L M, le quali dinotano quelle forze morte, che ne' punti H, L ſi applicano ai corpi A, B, e gli ſpingo uniformemente per gli ſpazj analoghi, ed infinitesimi H*h*, L*l*. Quinci er il canone raccordato teſtè, il rettangolo I H × H*h* = *fds* = A V*d* V; e l'a o M L × L*l* = *fds* = B*udu* ci metteranno ſotto gli occhi colla loro doppia integrazione $\int fds$, $\int fds$ le miſure delle aree miſtilinee A C I K, B M N, o pure il cumulo delle impreſſioni, che dalla cordicella elaſtica, rante il ſuo raccorciamento, vengono ai mobili ſucceſſivamente comunate. Eſſendo pertanto le curve C I K, D M N analoghe alle

alle aſſiſſe, viene a dire che aſſunte AH, BL in ragione data di CE: ED; le applicate corriſpondenti HI, LM ſono eguali; ne ſegue, che le aje o parziali, o totali delle predette curve ſieno proporzionali agli aſſi AC, BD, ovvero ai ſegmenti CE, ED, ne' quali ſi divide la ſune dal centro di gravità E. Se dunque giuſto il ſiſtema Leibniziano eſpongo la forza viva acquiſtata dalla palla A nel punto C $= \frac{AV^2}{2} = \int fds$ per la retta CE (ló che atteſe le aſſegnate proporzioni non mi può eſſere disdetto), ne naſce di conſeguenza, che neceſſariamente deggio eſprimere la forza viva terminale comunicata alla palla B $= \frac{Bu^2}{2} = \int fds$ per ED ſegmento reſiduo della corda CD. Di più la ſomma delle due forze vive $= \frac{AV^2}{2} + \frac{BU^2}{2}$, di cui i due corpi A, B compiuta l'azione della molla, ſi trovan forniti, ci vien rappreſentata da una quantità coſtante, cioè dalla naturale, ed invariabile lunghezza CD della ſunicella.

X.

Io mi laſcio guidare da una ſpezie d'analiſi fondata ſulla teorica del Leibnizio: ma l'ipoteſi ſi accoſterà più da preſſo alla verità, quando porremo attenzione ai ſeguenti corollarj. Primo: ſi alterino in qualunque modo le maſſe A, B, per guiſa che il centro di gravità muti ſito, e ſi porti da E in P. Ripetuta la dimoſtrazione ſcopriremo, che la forza viva partecipata al mobile A ſi eſporrà per lo ſegmento CP, e per l'altro PD la forza viva comunicata al corpo B. Per la qual coſa la ſomma delle due forze in qualunque ſuppoſizione ſi eſprimerà per la lunghezza CD della corda. Corollario ſecondo. Quanto più ricreſcono, o ſcemano le maſſe A, B, ſtando ferma la diſtenſione della ſune, tanto più proporzionatamente ſi minórano, o ſi aumentano i quadrati delle riſpettive velocità; onde ſia ſempre uguale alla grandezza coſtante CD l'aggregato delle due forze $\frac{AV^2}{2} + \frac{Bu^2}{2}$, facendoſi una compenſazione fra le ſemplici maſſe, e le velocità duplicate. Corollario terzo. Poſto infinito il corpo B, la forza viva ad eſſo impreſſa ſarà una magnitudine infiniteſima del primo grado; avvegnachè eſſendo minima la velocità u, il ſuo quadrato u^2 poggerà alle differenze del ſecondo ordine, e conſeguentemente avendoſi a moltiplicare nella maſſa infinita B, diſcenderà a quelle del primo. Quinci la finita energia dell'elaſtro ſi volterà tutta verſo il corpo A, il quale ſollecitato dalla corda, che ſi reſtituiſce, acquiſterà la forza intera dinotata dalla lunghezza CD. Corollario quarto. Da ciò ne viene una verità pratica nota perfino agli artefici manuali, ed è: che le forze morte di qualunque genere, ed in iſpezie gli elaſtri,

laſtri, eſercitano una maggior azione da quella parte, dove trovano minor contraſto; perchè maggiormente ſi ſpiegano dal lato, in cui provano maggior facilità d'impiegare il loro vigore. Il centro di gravità E non parte ugualmente la funicella, quando le maſſe A, B ſono ineguali. La porzione dunque più lunga E C diſtratta ſino in A ſtimola il corpo A, e la più corta C D, ovvero E B mette in moto il corpo B: e ciò, che più rileva, un ſegmento non s'impaccia nell'azione dell'altro, ed amendue operano ſeparatamente, come ſe foſſe piantato un chiodo nel punto E. E perchè ogni minima fibra, in qualunque poſitura ſi rinvenga l'elaſtro CD, ſoffre una pari tenſione, e di pari forza è dotata; ogni ragion vuole, che gli effetti prodotti ſiano proporzionali al numero delle fibre agenti, e che conſeguentemente la forza viva impreſſa al corpo A ſuperi l'altra al corpo B partecipata. Quindi non poſſo aderire alla ſentenza de' Carteſiani, i quali affermano, e lo vedremo fra poco, che le corde diſuguali E C, E D, il numero delle cui fibrelle ugualmente ſtirate ſerba la ragione delle medeſime lunghezze, producono effetti pari. Corollario quinto. E quand'anche il chiodo ſi conficcaſſe in qualunque punto P fuori del centro di gravità; tanto e tanto le forze vive comunicate alle maſſe A, B dovrebbono contraſſegnarſi per le rette C P, D P, e la loro ſomma per la coſtante C D. Corollario ſeſto. Un dato elaſtro fino ad un certo ſegno, nè più, nè meno diſteſo, ha ſempre in ſe medeſimo una forza determinata, e coſtante per ricuperare il ſuo ſtato, che dipende dalla moltitudine delle fibrelle ad uniforme ſtiramento ſoggette, e la quale non reſta punto alterata dagli aggiunti, e dalle circoſtanze, viene a dire nè dal diverſificare le maſſe A, B, nè dal trasferire il chiodo P ovunque ci piace. Ma per conſervare intatto lo ſtrettiſſimo analogiſmo tra la cagione e l'effetto, fa d'uopo inferire, che la predetta forza invariata un pari effetto in ogni poſizione produca, mentre tutta nel generarlo ſi ſpende. Ai corpi dunque A, B ſi dee comunicare indiſpenſabilmente una ſomma eguale di forze vive. Ciò ſi verifica nella ipoteſi del Leibnizio, e le illazioni con tanta aggiuſtatezza procedono, che ſono baſtanti a convincere un intelletto docile, e non preoccupato.

XI.

Non ſi è però intieramente conſeguito il fine propoſto, ſe non ſi mette in viſta una qualche conſeguenza aſſurda naſcente dalla teorica di coloro, che fanno le forze vive proporzionali alle quantità del movimento. Tenuto fermo il chiodo nel punto P dico, che dopo la contrazione della corda CD, le quantità del moto, che riſiedono ne' due corpi A, B, ſi determinano dalle grandezze $\sqrt{A} \times \sqrt{CP} : AV$; $\sqrt{B} \times \sqrt{DP} : Bu$; e le riſpettive velocità dalle frazioni $\frac{\sqrt{CP}}{\sqrt{A}} : V$; $\frac{\sqrt{DP}}{\sqrt{B}} : u$. Infatti alzando i termini al quadrato avraſſi $\frac{CP}{A} : V^2$; $\frac{DP}{B} : u^2$; ovvero $CP : AV^2$; $DP : Bu^2$; e

ſom-

ſommando $CP + DP = CD$: $AV^2 + B u^2$, eſpreſſione poc' anzi dimoſtrata, e di cui ci ſiamo ſerviti. Alle formole analitiche ſoſtituiſco una elegante geometrica coſtruzione. Suppoſta CD (Fig. 7.) la naturale lunghezza della fune elaſtica, fingo variabile il ſito del chiodo P, e procurate le ſolite diſtenſioni CA, DB proporzionali ai ſegmenti indeterminati PC, PD, onde ciaſcuna fibra ſia diſtratta egualmente, attacco alla cordicella le due maſſe A, B preſe ad arbitrio. Per aver la ſomma delle quantità del movimento acquiſtato dalle palle A, B dopo traſcorſi gli ſpazj AC, BD, aſſumo a piacimento la retta Cc, e faccio come il corpo A al corpo B; così la normale Cc alla Dd. Quinci coi parametri Cc, Dd dai vertici C, D intorno l'aſſe CD deſcrivo le due parabole CSR, DTQ, e piantato il chiodo dove più mi aggrada, per eſempio in P, l'intercetta SPT fra le due curve delineate, che paſſa per lo punto P, ci metterà ſotto gli occhi l'aggregato delle quantità del moto, di cui andiamo in traccia: cioè dalla ordinata PS ci verrà eſpoſta la quantità del moto impreſſa alla maſſa A, e dalla corriſpondente applicata PT quella, che ſi genera nella maſſa B. Raccolgaſi, che variata la poſizione del chiodo col traſportarlo in E, le due ſomme, che ci ſi preſentano SPT, ZEV, quantunque prodotte dalla medeſima forza, che riſiede nell' elaſtro ſtirato AB, non ſono altrimenti eguali: anzi ſi dà un maſſimo, che col calcolo agevolmente ſi determina, ſegnando il punto P tanto diſtante dal vertice C della parabola CSR, quanto il centro di gravità E ſi diſcoſta dall'altra eſtremità D. Conficcato il chiodo nel ſito P, e condotta la perpendicolare SPT, ne naſce, che l'aggregato delle due quantità del moto eſpreſſe per PS + PT ſia il maſſimo, che dall' elaſtro alle due maſſe A, B poſſa comunicarſi. Chi poi voleſſe inveſtigare in qual caſo foſſero tra loro eguali ambo le quantità del movimento, per eſempio ZE, EV, da cui ſono affetti i corpi A, B ſeguita la contrazion della fune; rifletta, che dee paſſare uguaglianza fra i rettangoli $Cc \times CE$, e $dD \times DE$, ed alla equazione ſurrogando l'analogia $cC : dD :: A : B :: DE : DC$, e di conſeguenza il punto E ſarà il centro di gravità delle maſſe A, B alla corda raccomandate. Per la qual coſa laſciata la corda in libertà, il predetto centro ſtaraſſi immoto, e le quantità del movimento, come altresì i tempi dall'una, e dall'altra parte ſaranno eguali.

XII.

Sin al preſente non ci ſi offeriſce ripugnanza, che per così dire ſalti agli occhi. Egli è vero, che ſe le forze vive ſi miſurano dalle quantità del moto, il compleſſo delle forze morte, con cui la fune nell'accorciarſi ſollecita amendue le maſſe, e che non dovrebbe diverſificarſi mutate le circoſtanze, ſi abilita a generare differenti effetti, conforme ſi è dimoſtrato. Ciò non oſtante convien confeſſare, che ſi verifica nell' eſempio, che abbiamo alle mani la nota formola $fdt = mdu$, $\int fdu = mu$, al pari dell' altra $fds = mudu$,

$mudu, \int fds = \frac{mu^2}{2}$; laonde ſtiamo tuttavia perpleſſi, qual delle due' abbia a preferirſi: maſſimamente che dall'una, e dall'altra non appariſcono aſſurdi. Per troncare il nodo ho coraggio di dire, che della prima eſpreſſione concernente la quantità del movimento non ſi ſerve la Natura nelle fiſiche operazioni, e che con eſſa non regola l'analogia tra le cagioni, e gli effetti, e nè meno la corriſpondenza, e la contrarietà fra le azioni, e le reazioni. Nel commercio, che continuamente ſi eſercita tra corpo, e corpo, mentre la forza viva non già di ſalto, ma per via di minimi iterati impulſi ſa dall'uno all'altro paſſaggio, ha luogo ſoltanto la ſeconda equazione $fds = mudu$, e ne reſteremo convinti, ſe per noi ſi ricorrerà ad un limite eſtremo, che ci metterà anzi gli occhi la ſtravaganza dell' opinione avverſaria. Piantato a capriccio il chiodo nel punto P, debba la corda nell' atto di rimetterſi promovere la maſſa B maggiore di qualunque aſſegnabile. In tal poſitura di coſe, eſſendo infinito il parametro Dd della parabola DTQ, compiuto il riſtringimento della corda, il corpo B giunto in D avrà guadagnata la quantità infinita di moto PT media proporzionale tra il lato retto infinito Dd, e l'aſſiſſa data DP. Nè ci rechi ſtupore, che una limitata energia, che riſiede nella molla teſa PB, ſi eſtolla fino a procrcare un effetto incomparabilmente maggiore di ſe ſteſſa; concioſſiachè riſponderanno i Nevvtoniani, che ciò deriva dall' applicarſi eſſa al mobile B per un tempo infinito, cui la quantità del moto generato in qualche modo dee corriſpondere.

XIII.

Queſta eccezione mal appagherà forſe un diſcepolo del Leibnizio: io però voglio ammetterla, ſe non altro a titolo di condeſcendenza. Ma quì dimando qual ſia per eſſere l'azione dell'elaſtro PB ſtimolante il corpo B per un tempo finito. Egli è certo, che la fune ſi accorcierà per uno ſpazio infinitesimo da me contraſſegnato colla differenza Bb, e conſeguentemente ci ſpenderà una porzione menomiſſima del ſuo finito vigore. In queſto mentre la quantità del moto indi generata è una grandezza della claſſe delle finite; imperciocchè ſe infinitamente grande ſi è la guadagnata dalla maſſa B nello ſcorrere in un tempo infinito lo ſpazio dato BD; ſarà finita quella, che ſi partecipa alla maſſa medeſima ſtraſcicata per lo ſpazio minimo Bb in un tempo finito: eſſendo coſa manifeſta, che ſta dentro i limiti del finito una fluſſione d'una fluente infinita. Io non credo, che poſſiamo immaginarci una più ſterminata ſproporzione tra la cauſa, e l'effetto, quanto attribuire ad una cauſa infinitesima un effetto finito della propria cagione infinitamente maggiore. Così interviene nel caſo noſtro. La quantità del moto, che dagli Avverſarj colla forza viva mal ſi confonde, impreſſa nel corpo B promoſſo ſoltanto per l'elemento Bb è certamente finita: ma da qual fonte tira eſſa la ſua origine? Altra cauſa non ſi aſſegnerà mai, ſalvo che l'inaſſegnabile raccorciamento Bb, nel procurare il quale

quale cosa perde la molla, se non se una proporzione infinitamente piccola della sua forza? Ecco dunque una forza morta infinitesima abilitata a procreare una forza viva finita in tempo altresì finito. Non soggiace a tal inconveniente la teorica del Leibnizio. Ed in prima io noto, che il solido B sollecitato dall'elastro per lo spazio minimo Bb acquista una velocità infinitesima du eguale all'elemento Bb, che si trascorre diviso per il tempo finito, che vi s'impiega a trascorrerlo. Quind' il prodotto della flussione Bb nella forza f, di cui è fornita la sunicella nel punto estremo B, essendo analogo alla massa B moltiplicata nel quadrato du^2 della velocità; avremo $f \times Bb : B \times du^2$; ma $B \times du$ è una grandezza finita; perchè l'infinito coll'infinitesimo si moltiplica; dunque la magnitudine $Bdu \times du$ è una quantità inassegnabile del primo ordine. Consegnentemente all'azione infinitesima della molla risponde una forza viva dello stesso grado impressa nel corpo B: ed in tal guisa si genera un effetto proporzionale alla propria causa, e va del pari l'azione colla reazione.

CAPITOLO NONO

Si prosegnisce il soggetto delle azioni, e delle reazioni.

I.

E' Tanto importante la materia delle azioni, e delle reazioni, che non si vuole risparmiar fatica, e studio per collocarla in buon lume, ed isgombrare il bujo, da cui viene adombrata. Torno in sentiero, d'onde mi sono sviato, e soggiungo. Ognuno sa, che la Natura opera regolarmente per via di successivi minimi impulsi, e che non va di salto nel trasferire la forza da corpo a corpo. Per la qual cosa anno a considerarsi le azioni, e le reazioni parziali, e totali, ed appresso le elementari, e le integrali. La reazione consiste in resistere, e nello stesso tempo cedere al vigore della forza agente, ricevendone passo passo le replicate impressioni. E se così è, la reazione non può mai essere uguale, e contraria all'azione, se nel corpo reagente non si trasfonde tutta quella forza, che nell'agente si perde. Anzichè esaminata più da presso la cosa, si debbe ammettere una duplicata azione, e reazione: conciossiachè la causa nell'atto di agire patisce, e l'effetto agisce nell'atto del patire. Abbiamo due palle uguali, di pari consistenza, e perfettamente molli. Una sia in riposo, e l'altra la investa direttamente colla velocità $=2$. Dopo l'urto cammineranno ambe congiunte colla celerità $=1$, e soffriranno due ammaccature uguali. In ordine alla supposizione la forza viva della palla in moto era $=4$ prima del colpo, e terminata l'azione, e la reazione, si dividerà in quattro parti. Amendue le sfere corrono colla velocità $=1$, e si conserva in en-

trambe la forza viva $= 2$: l'altra metà passa in forza morta, e si spende nelle due contusioni eguali, assorbendo ognuna d'esse palle la forza $= 1$ derivata dalla primitiva $= 4$. E quì si noti, che senza reazione non può il corpo agente restar ammaccato, nè perdere tre parti della sua forza viva. E' dunque palese la forza iniziale, che parte persevera, e parte si converte in morta, si modifica nella forma esposta in virtù di duplicate azioni, e reazioni. Tale si è il meccanismo della Natura, compiuta che sia la comunicazione del moto, e negli stati di mezzo, mentre va passo passo continuando il lavoro, non si creda, che serbate le congrue proporzioni, ed attese le circostanze, ella diversamente si adoperi.

II.

Chi vuole dunque iscansare le ripugnanze nel capitolo antecedente additate, rifletta attentamente all' economia delle forze morte o costanti, o variabili. Qualunque d'esse esercita da se medesima un conato molto fievolissimo, e tale, che non è capace di produrre qualsisia assegnabile grado di forza viva, se non si replica innumerabili volte. Egli è necessario pertanto, che due condizioni s'adempiano: la prima, che la suddetta forza morta colle sue sollecitazioni il mobile per un qualche tratto accompagni: la seconda, che tutte le impressioni appoco appoco partecipate nello stesso mobile si conservino unite. Una forza morta può perpetuare i suoi nisi per una intera eternità, senza che ne segua effetto di sorta, quando è sostenuta da uno sforzo eguale, e contrario. Per la qual cosa in caso d'equilibrio la durata del tempo non è idonea a procrear forza viva. All'incontro quando la massa stimolata cede alle successive impressioni, ed abbandona un luogo per occuparne un altro contiguo, siamo certi, che forza viva si genera. A ragion d'esempio il globo A (Fig. 6.) della corda tesa, che si corruga, venga trasferito da A fino in H, sarà esso dotato d'una forza viva determinata, la quale si accrescerà per una infinitesima differenza, ogni qual volta il mobile dalla novella sollecitazione esposta per l'ordinata IH verrà promosso per lo spazietto menomo Hb, e così di mano in mano, fin a tanto che la funicella ridotta alla sua natural dimensione cesserà di operare. Abbiamo sotto gli occhj le consecutive spinte, con cui la molla stimola la palla A; e sebbene ognuna d'esse è inassegnabile, siccome quella, che ci viene rappresentata dal rettangolo $IHbi$; niente di meno il loro aggregato monta ad una quantità finita, e dee misurarsi dall'area ACIK $= \int fds$. Quinci si comprende ad evidenza qualmente si adoperi il vigore dell'elastro stirato nell'atto di rimettersi, e come in facendo figura di causa eserciti la sua azione. Ma quale sarà la reazione, e l'effetto? Non altro senza fallo, che la mutazione di stato, che s'introduce nel corpo A, di cui si vince l'inerzia, ed in cui perseverano tutte le impressioni passo passo ad esso comunicate, le quali nè fanno passaggio altrove in altri effetti impiegandosi, nè da conati opposti sono attutite. Dalla somma dunque degl'impulsi ricevuti, e permanen-

nenti viene animata la sfera A, cioè da una forza viva equivalente all' integrale $\int fds$, ovvero all'aja curvilinea ACIK. E perchè nel mobile A si ravvisa forza, e la predetta sommatoria si rinviene uguale al prodotto $\frac{mu^2}{2}$; dee conchiudersi, che la forza viva dei corpi in movimento si estima dalla massa moltiplicata nel quadrato dell'attuale velocità, e divisa per il binario. Anco pel presente caso c'è un doppio cangiamento di stato, e conseguentemente una doppia azione, e reazione. Muta stato la palla A. acquistando forza, e lo stesso accade all'elastro in perdendola: e sì fatte azioni, e reazioni computate a dovere sono esattamente uguali, e contrarie; perchè l'azione della molla contro il corpo A, rispetto a se medesima si converte in reazione: e la reazione del corpo A diventa azione nell'atto di toglier la forza all'elastro.

III.

Coloro, che nelle mutazioni di stato, a cui la materia soggiace, non concepiscono, salvo, che la quantità del moto, cioè massa, e celerità, non sanno capire per qual ragione persista nella sua semplicità l'elemento della massa, ed abbia poscia a poggiare alla seconda dimensione, e partirsi per due l'elemento della velocità. Ma se porremo attenzione, che la formola fondamentale determinatrice delle azioni sollecitanti si è la forza morta f costantemente applicata allo spazio minimo ds; ci accorgeremo qual grado di forza viva riceva il mobile, ed in se stesso conservi: conciossiachè la misura dell'impulso non si altera nè punto, nè poco in passando dall'elastro, che lo comunica, al corpo, cui viene comunicato: altrimenti ci converrebbe rinnegar il principio della indispensabile uguaglianza fra la cagione, e l'effetto, e tra la vera azione, e la vera reazione. L'altra quantità differenziale $mudu$ è una espressione di legittima conseguenza. Sebbene non ci somministra essa una precisa, e distinta idea del modo, con cui opera la causa, nè tampoco di quello, col quale corrisponde l'effetto, e non ci palesa la germana economia delle azioni, e delle reazioni; dee però riputarsi utilissima ne' naturali investigamenti, siccome quella, che appoggiandosi alla massa, e alla velocità, ambo elementi soggetti al senso, e che agevolmente si misurano, ci dà contezza dell'aggregato delle azioni, e della loro efficacia. Non essendoci dunque disdetto di surrogare l'eguale all'eguale, cioè $mudu$ in cambio di fds, ed $\frac{mu^2}{2}$ invece di $\int fds$, derivandosi geometricamente le prime dalle seconde espressioni; per questo titolo entrano amendue le coppie nelle fisiche perquisizioni. Le premesse formole non sono sole, ed altre molte proporre se ne potrebbono. Serva d' esempio la seguente

$\int \frac{fdt^2}{2m} = \frac{mu^2}{2} = \int fds$. L'ultima fa ſempre figura di fondamentale, e le altre naſcono per via di neceſſarie illazioni.

IV.

Compreſo il magiſtero, per cui dalle morte ſi generano nei corpi le forze vive, e vi ſi mantegono; veggiamo in qual maniera in tutto o in parte ſi eſtinguano. Quantunque ſempre domini la ſteſſa inviolabile legge, ſi variano però i caſi, e le circoſtanze. Succede alle volte, che la forza viva totalmente ſi converta in morta, ed allora vengono a ſeſta le formole principali. La palla A (Fig.8.) animata dalla velocità guadagnata nel punto C per mezzo della contrazione della corda ſi adoperi a ſerrare l'elaſtro rigido CD raccomandato al chiodo D. Si ponno fingere innumerabili ſcale di reſiſtenze, ſecondo che la molla è più riſentita, o più languida. Io ne deſcrivo due; cioè CZV, CSR, e dico, che pervenuto il globo A ai punti T, Q, per guiſa, che le aje CZUT, CSRQ ſiano fra loro eguali, ed altresì uguali all'area CIKA, il noſtro mobile avrà perduta onninamente la forza viva, di cui era corredato nel ſito C. In tal poſitura di coſe facciaſi uſo della equazione $\int fds - \int rds = \frac{AV^2}{2}$, e ſi avverta, che la differenza fra i due integrali contenuti nel primo membro dinota la forza viva reſidua, che per anco nella maſſa A ſi mantiene. Ma poſte pari le predette ſommatorie, avremo $\int fds - \int rds = 0$, e per conſeguenza la forza viva nel corpo A affatto ſi dilegua, e mancando per una parte l'azione, ceſſa per l'altra la reazione. Quindi la forza viva partecipata alla sfera A ſerve, per così dire, di canale, per cui la morta ſi trasfonde da ſoggetto a ſoggetto, o ſia dalla funicella molle, e diſtratta all'elaſtro duro, e compreſſo. Per la qual coſa non ci ſarà vietato di aſſumere la contrazione della corda ſiccome azione, e il coſtipamento della molla in qualità di reazione, ed avrà luogo la loro perfetta uguaglianza: mercecchè ſe un aggregato d'impulſi acceleranti produce nel ſolido A una data forza viva; per aſſorbirla ci ſi richiede una pari ſomma di reſiſtenze ritardanti.

V.

Il ſecondo caſo, che viene in conſiderazione, prende di mira la comunicazion del moto tra i corpi perfettamente elaſtici. Benchè la forza viva $\frac{AU^2}{2}$, che da principio riſiede nella maſſa A, ad altri corpi B, C non ſi partecipi, ſenza che di mezzo c'entrino le forze morte; tornando pe-

però eſſe intieramente a rivivere compiute le azioni, e le reazioni, nulla della forza viva ſi perde. Ma qualmente ſi comportino le forze morte, ſiamo totalmente all'oſcuro, attesa maſſime la diverſità delle circoſtanze, che ad ogni paſſo c'imbrogliano, e di cui nel ſeguente paragrafo terrò diſcorſo. Ben è vero, che il dottiſſimo Eulero ci ha porto un qualche lume, dappoichè ci ha inſegnato a dedurre i canoni delle comunicazioni de' moti in qualunque ipoteſi dalla teorica delle forze continuamente applicate: ſebbene il P. Vincenzo Riccati della Compagnia di Gesù tentando di condurre l'ingegnoſiſſima ſcoperta all'ultima meta, è ſtato coſtretto di fermarſi a mezza ſtrada abbandonato ſul più bello dalla ſcorta, e dagli ajuti dell'analiſi più ſublime. Veggaſi il ſuo dialogo intorno le forze vive, e morte verſo il fine della nona giornata. Meſſe in diſparte queſte ſottiliſſime ſpecolazioni, che mal ſi confanno colla ſemplicità dei principj, che intendo di ſtabilire, nel preſente incontro non ſi faccia nè men uſo delle eſpreſſioni originali fds, $\int fds$, ma piuttoſto delle dipendenti $mudu$, $\frac{mu^2}{2}$.

Chiamata pertanto $\frac{AV^2}{2}$ la forza ſuperſtite nella palla A, e $\frac{Bu^2}{2}$, $\frac{CU^2}{2}$ le acquiſtate dai mobili B, C, ognuna delle quali può tal fiata al nulla eguagliarſi, farà di meſtieri ricorrere all' equazione $\frac{AV^2}{2} = \frac{AU^2}{2} + \frac{Bu^2}{2} + \frac{Cv^2}{2}$, per guiſa che la forza primitiva farà ſempre uguale al compleſſo delle forze vive, che ne' corpi tutti ſi trovano diſtribuite. E' maraviglioſa l'eſtenſione di queſto canone, ed innumerabili ſono i problemi più ardui, che col ſuo ſoccorſo ſpeditamente ſi ſciolgono. Mi diſpenſo di teſſerne un lungo catalogo: e perchè ſo d'averlo chiaramente dimoſtrato, e ſeguiterò a dimoſtrarlo, ſecondo che mi ſi preſenterà l'occaſione; mi arrogherò la libertà di valermene alle occorrenze, ſenza pigliarmi faſtidio delle altrui gavillazioni. Il terzo caſo è un Corollario, che naſce dai due precedenti. Nel commercio de' movimenti fra le maſſe perfettamente molli, ed inerti (io mi attengo ai limiti eſtremi; perchè ci vuol poco a capire coſa avvenga nelle poſizioni intermezze) una porzione della forza viva, e talora tutta nell' ammaccatura, o in qualche altro effetto analogo ſi conſuma. In tal ipoteſi le forze vive reſidue hanno a ſottrarſi dalla primigenia, e ciò che rimane, cioè $\frac{AV^2}{2} - \frac{AU^2}{2} - \frac{Bu^2}{2} - \frac{Cv^2}{2}$ ci darà la miſura di quella parte, che in forze morte ſi ſpende. Stante poi, che per le leggi della comunicazione del moto tra i corpi molli ci ſono note le velocità, e conſeguentemente le forze vive, non poſſiamo ignorare quanta forza viva nelle con-

contuſioni ſi perda: anzi ne' caſi particolari il computo c'inſegnerà, come nell'ammaccare a coppia a coppia le maſſe A, B, C, ſi divida, e diſtribuiſca.

VI.

A tempo l'ultima concluſione mi ammoniſce, che fa d'uopo liberare alcuni Fiſici da un pregiudizio, per cui ſi abuſano del canone delle azioni, e delle reazioni. Facciaſi, che la ſfera A (Fig. 4.) corredata della forza $\frac{AV^2}{2}$ urti direttamente nel ſolido B coſtituito in quiete, e ſieno ambo molli, ma di differente conſiſtenza, e ſe così piace, anco di figura diverſa. Dopo la percoſſa cammineranno di conſerva colla celerità $\frac{AE}{A+B}$, che alzata alla ſeconda poteſtà, e moltiplicata nella ſomma delle maſſe, e partita per il binario, ci darà la forza viva, che perſiſte ne' due corpi $= \frac{A^2V^2}{2\times A+B}$. Sottratta eſſa dall'iniziale $\frac{AV^2}{2}$, avraſſi il reſiduo $\frac{ABV^2}{2\times A+B}$ eguale a quella porzione di forza viva, che nel formare la mutua contuſione s'impiega. Le addotte particolarità, cioè a dire la figura, e la durezza non turbano nè poco, nè molto l'economia della comunicazione del moto; e purchè ſtiano ſalde le maſſe A B, e la velocità V, le diviſate circoſtanze non influiſcono punto nelle leggi tenacemente cuſtodite dalla Natura: altrimenti ci converrebbe addottare tanti canoni, quante ſono le figure, e le materie dei miſti. Si verificherà dunque, che quella parte della forza primitiva, che nella doppia contuſione ſi eſercita, ci verrà eſpoſta ſenza qualſivoglia immaginabile variazione della quantità $\frac{ABV^2}{2\times A+B}$. E

quì ſoffermiamci alquanto, e non ſi pretenda in virtù del principio delle azioni, e delle reazioni uguali e contrarie, che la predetta forza ſi partiſca egualmente in due, e che la metà s'impieghi ad ammaccare la palla A, e l'altra il ſolido B. Chi così diſcorreſſe, applicherebbe a contrattempo il noſtro aſſioma. Egli è vero, che la forza viva iniziale ſta a quella, che ſi conſerva nella poſizione, di cui ragiono, compiuta l'azione, come la ſomma delle maſſe A + B alla maſſa A, ed all'altra che paſſa in morta, e nella mutua coſtipazione ſi perde, come la ſteſſa ſomma A + B alla maſſa B; onde il compartimento, che ſi fa della forza totale nelle due parziali, ſerba la ragione delle maſſe A, B. Con queſte regole inalterabili in qualunque ipoteſi ſi tien ferma la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti; e perciò ſuperiormente non mi ſono invano ſcorſe dalla penna le due

parole

parole a coppia a coppia; avvegnachè il calcolo mi somministra la misura della forza morta, che risiede in amendue i corpi A, B dopo il colpo, ma non già la partigione, ignorando io quanta all'uno, e quanta all'altro ne tocchi. Conseguito il fine primario dalla Natura, non si prend' ella altro impaccio; perchè non può compartire del pari fra le due masse A, B la forza viva, che in morta necessarinmente si trasforma. Non si può mettere in dubbio, che le figure dei solidi ora ottuse, ed ora acute, e che le superfizie piane concave, e connesse non modifichino le resistenze. Appresso egli è manifesto, che una pasta tenera, e cedente, che cozza con una materia dura, assorbe per così esprimermi, quasi tutta la forza viva, che nella contusione si consuma. Per la qual cosa debb' essa forza dividersi inegualmente fra i corpi, che vengono all' urto: nè accaderà salvochè in alcuni pochi casi regolati dal principio della indifferenza, che se ne faccia una pari distribuzione.

VII.

L' esperienza avvalora la premessa riflessione. Osservava io, che il globo A d'avorio, e di vetro guarnito d' una pronta virtù di molla percuotendo la massa B di molle creta, o di sevo, ci lasciava una concava impronta adattata al segmento sferico, il quale internavasi nella pasta cedente, e che ambo i solidi intraprendevano il loro cammino in qualità di masse inerti giusto i canoni della comunicazione del moto a tal ipotesi confacenti; per guisa che viaggiando uniti, e toccantisi, nè punto, nè poco si disgiungevano. Quinc' inferiva, che l'impressione fatta nella palla A era fisicamente minima, e ch' essendo insensibile il costipamento, non avea luogo una sensibile restituzione. Laonde se ne stava quasi affatto oziosa l'innata elasticità. All'incontro posto il corpo B duro, e consistente, ma poco elastico, per esempio di piombo, appariva all'occhio una picciola ammaccatura, e nel tempo stesso esercitandosi dalla molla, a misura della forza morta comunicatale, la sua azione; i solidi l'un dall'altro alquanto staccavansi, procedendo con una legge di mezzo in fra le due, che danno norma ai corpi molli, e agli elastici. Conchiudo pertanto, che la forza viva, la quale in morta si converte impiegandosi nelle contusioni, persevera sempre la stessa, mentre se ne prenda la somma, che in amendue le masse risiede. Per quello poi concerne la distribuzione non c' è regola ferma, variandosi essa conforme le congiunture. E tal fiata presso che tutta, quanta ella è, si addossa ad un mobile, ed al compagno una quota appena assegnabile ne tocca in parte. Ne' casi particolari è costante la causa produttrice delle costipazioni, ed una data porzione della forza derivata dalla primitiva, esposta dai Leibniziani per $\frac{AB \times V^2}{2 \times A + B}$ ne' devisati effetti si adopera. Ma se gli effetti son due, perchè due sono le masse, che li sostentano; vorrei sapere per qual motivo, trovando la Natura nelle masse medesime una differente disposizione, abbia obbligo preciso di non usar parzialità, e di smembrare

in

in due parti eguali la forza viva assegnata. Con ciò ella verrebbe ad opporsi ad un'altra legge, da cui non può dispensarsi, ed è: che una forza posta in mezzo a due corpi esercita maggior azione, dove trova minor resistenza. E se così è, la predetta forza $\frac{AB \times V^2}{2 \times A+B}$ avrà a dividersi inegualmente in due membri $\frac{NAB \times V^2}{2 \times A+B}$; $\frac{nAB \times V^2}{2 \times A+B}$ (onde sia $N+n=1$) tal volta costituiti in una proporzione assai lontana a misura degli ostacoli, che s' incontrano. Ciascuno d'essi membri s'impiegherà a formare la sua contusione: il primo a cagion d'esempio nella palla A, ed il secondo nel solido B, e per conseguire il doppio effetto, la Natura si servirà della teorica delle forze continuamente applicate: con che otterrà, che si agguaglino le cause, e gli effetti, e la mutua coppia delle azioni, e delle reazioni. Ed avvegnachè non ci sono note le scale delle resistenze, diversificate dalle figure, e dalla varia indole delle materie, che insieme contrastano, altro non sappiamo di certo, se non se che le ammaccature in pari tempo si compiono, e che tanto durano le azioni, quanto le reazioni.

VIII.

Di bel nuovo impugno l'arme contro i seguaci del Cartesio, e del Newton. Eglino per esplicare la comunicazione del moto fra corpi molli, anno bisogno d'un gran postulato, cioè: che nulla della forza iniziale si perda nella vicendevole costipazione. Ma quando dai solidi pigri, ed inerti si fa transito a perfettamente risentiti, ed elastici, nasce la contraddizione. Questi per un istante progrediscono colle regole de' corpi molli, viene a dire in quel momento, che si concepisce star di mezzo tra il costipamento, e la restituzione. E chi potesse impedire con qualche ordigno, che la lor figura non ricuperassero; nel loro viaggio non cangerebbono stile, ed avanti, e dopo la percossa in essi perseverebbe la stessa quantità di movimento. Si sono accorti gli Avversarj ammaestrati dall'esperienza, che nella lotta de' solidi elastici qualche cosa di vantaggio ci si richiede. Perciò anno inventata una spezie d' energia, cui danno nome di forza del colpo, esponendola per la grandezza $\frac{2ABV}{A+B}$, e col soccorso d'essa si lusingano di saldar le partite. La dividono in due, e dicono, che la metà siccome contraria di direzione contrasta col corpo A, e nemodifica la quantità del moto, e che l'altra metà siccome cospirante si aggiunge al corpo B, e ne avvalora la forza. Non voglio internarmi nella materia: noto a buon conto, che nell' atto stesso, in cui i solidi A, B affetti dal moto locale progrediscono di conserva con quantità di movimento pari alla primitiva, e conseguentemente intiera si mantiene in essi la forza iniziale; sbuca fuori, non si sa d' onde la novel-

la

la inaſpettata forza del colpo $= \frac{2ABV}{A+B}$, che dee neceſſariamente crearſi, e pullulare dal nulla in grazia di ſalvar i fenomeni, che ſi oſſervano nelle colliſioni dei corpi elaſtici. Se ſi foſſe data mano alla verità ammettendo, che nel formar la contuſione una qualche parte della forza primigenia ſi perde; ſi potrebbe dopo d'averla determinata paſſar oltre, ed aſſerire, che queſta nel rimetterſi fa tutto il giuoco. Ma ciò non giova: atteſochè rivolto l'occhio ai corpi perfettamente molli, ne' quali ſeguito l'urto la primiera quantità del moto ſenz'alcuna diminuzione ſi conſerva, aggiugnendoci l'altra, che nell'ammaccatura ſi conſuma; ſarebbe meſtieri, vogliaſi o non vogliaſi, confeſſare, che l'effetto ſupera di gran lunga la virtù della propria cagione. Creſce il diſordine in riflettendo, che bene ſpeſſo la forza parziale eccede la totale, da cui certamente deriva. Queſta ſta alla forza del colpo come $A V : \frac{2ABV}{A+B}$, o ſia in ragione di $A+B : 2B$; dunque ſe porrò $A = B$, le predette forze ſaranno pari, ed il tutto eguale alla parte: ed aſſunta B maggiore di A, la prima più, o meno reſterà vinta dalla ſeconda, e di conſeguenza il tutto minore della ſua parte. Io reſto ſopraſſatto, qualmente i dotti Avverſarj poſſano ingojare sì fatti aſſurdiſſimi aſſurdi, e non ſi ſiano mai accorti, che le lor poſizioni ſovvertono da capo a fondo il principio delle azioni, e delle reazioni, e la ſtrettiſſima corriſpondenza fra le cagioni, e gli effetti.

IX.

Nè mi ſi facciano incontro col dire, che compiuta l'azione, le coſe a dovere riduconſi; imperocchè la quantità primitiva del moto ſuſſiſte la ſteſſa, e prima del congreſſo, e dopo il ribattimento. Non baſta guardare il ſoggetto da due ſoli lati, e ricorrere ſemplicemente ai limiti eſtremi, diſſimulando accortamente i caſi intermedj. Rifletto, che camminando le maſſe A, B per un infiniteſimo ſpazio colla legge de' corpi molli, ſi vede chiaro, che non ci può eſſere contrarietà di forze; mentre il movimento tanto iniziale, quanto temperato dall'urto va per la medeſima direzione AB. Per la qual coſa nell'aſſegnata coſtituzione dorme la forza del colpo, e ſtandoſi oziosa non accelera il ſolido B, nè titarda la palla A. Conviene dunque, che per un iſtante riposi addoſſata alle reſiſtenze, che ſi ſono vinte nella ſcambievole contuſione: altrimenti come mai nelle eſpanſioni degl' elaſtri potrebb'ella rinaſcere? Il bello ſi è, che queſta forza ſi eſclude dal congreſſo de' corpi molli ſiccome ſovrabbondante, e ſi ammette in quello degli elaſtici ſiccome neceſſaria. Salvi chi può il principio dell'azioni, e delle reazioni; mentre mutata non già la maſſa, non la velocità, ed in conſeguenza neppure la forza Carteſiana, ma ſoltanto la teſſitura, e l'indole dei corpi, ſaltano fuori forze tali, che vincon d'aſſai le cagioni, onde traggon l'origine. Intanto ſe la prima quantità del moto $= AV$ dee perſi-

ſtere invariata, compiuta la comunicazione del movimento o fra le maſſe molli, o fra l' elaſtiche; ne ſegue, che la forza della percoſſa $= \frac{2ABV}{A+B}$, la quale ſi aggiugne in grazia delle molle, che ſi rimettono, dee ſvanire, ed andar in nulla, ad oggetto che non ſi turbi l' uguaglianza fra la cagione, e l'effetto. Diamo un' occhiata all'economia della diſtribuzione. Primieramente mezza l'energia del colpo eſpoſta per $\frac{BAV}{A+B}$ ſi addoſſa al corpo B, il quale viaggiando durante un momento in figura di molle colla quantità del moto $= \frac{ABV}{A+B}$ ne riceverà altrettanta dalla virtù della molla, e ſi troverà guarnito di doppia velocità, e di doppia forza. L'altra metà della forza dell'urto diretta in ſenſo contrario ſi oppone alla palla A; dovrà dunque in tale contraſto diſtruggerſi o in tutto, o in parte, diſtruggendo altresì una forza eguale, che in eſſa palla riſedeva. Quinci dalla quantità del moto della maſſa A procedente colle regole de' corpi inerti $= \frac{A^2V}{A+B}$ ſottratta mezza la forza della percoſſa, avremo la reſidua, da cui dopo l'eſpanſione degli elaſtri viene animato il globo $A = \frac{A^2V - ABV}{A+B}$, alla qual quantità aggiunta la forza del ſolido B, riſulterà $\frac{A^2V - ABV}{A+B} + \frac{2ABV}{A+B} = \frac{A^2V + ABV}{A+B} = AV$.

X.

In tal guiſa la teorica riſponde puntualmente ai fenomeni. Ma con qual fondamento determinano i Carteſiani la forza del colpo ſpeſa nella mutua ammaccatura per la magnitudine $\frac{2ABV}{A+B}$, e non per l'altra $\frac{ABV^2}{2A+B}$ adottata dai Leibniziani: e poi perchè la dividono egualmente in due, piuttoſto che partirla in ragion reciproca delle maſſe? E vaglia il vero gli eruditi Avverſarj eſcono facilmente d'impaccio col prima creare la forza dell'urto, e poi coll'annichilarla. So ancor io, che tanto togliendoſi, quanto ſi è aggiunto, ſi manterrà intatta la quantità del moto, da cui erano affette le maſſe A, B moventiſi in qualità di corpi molli. Parmi, che conforme il coſtume degli architettri di Lesbo la regola ſi accomodi alla

alla ſtruttura. Quì vogliono diſtinguerſi principalmente due caſi: il primo, qualora la ſfera A è maggiore del ſolido B, o almeno ad eſſo eguale. Ed in tal poſizione la forza, che riſiede nella palla A, o ſuperando, o pareggiando la metà dell'impeto della percoſſa, queſto intieramente ſvaniſce, e coll'elidere in parte, o totalmente altrettanta forza eſiſtente nel corpo A fa sì, ch'eſſo o progrediſce giuſto la direzione AB col reſiduo della forza, che in lui ſi conſerva, o perde tutto il ſuo moto, e ſi riduce alla quiete. Se poi A ſi pone minore di B, onde prevaglia mezza l'energia dell'urto; accaderà, che conſunta tutta la forza del globo A, non reſti inoperoſo quel di più, che ſi rinviene nella predetta forza del colpo. Sarà pertanto obbligata la maſſa A ad incamminarſi a ritroſo contro la ſtrada primiera, portando con ſeco la quantità negativa del moto $= \frac{A^2V - ABV}{A+B}$. A

queſto paſſo biſogna raccordarſi, che non ſi aggiuſteranno i conti, qualunque volta la premeſſa grandezza non ſi ſottri dall'altra, la quale compiuta l'azione, ſi rinviene nel ſolido B $= \frac{2ABV}{A+B}$ pari alla totale forza

della percoſſa: ſebbene i due corpi A, B, già ſtaccati, e ſeparatamente operanti non eſercitano inſieme qualſiſia commerzio. Comunque vadano le faccende, le forze, che paſſo paſſo ſi diſtruggono, erano prima di diſtruggerſi, per così eſprimermi, inneſtate ne' corpi A, B: conciofſiachè il nulla non agiſce contro del nulla. C'era dunque tutta la forza del colpo ſul cominciare del ribattimento. Ed avvegnachè tutta in iſtante non ſi dilegua, ma per gradi minimi; convien dire, che in progreſſo parte di eſſa ſi mantenga nell'atto ſteſſo di minorarſi: e ciò fin a tanto che ridotte le molle al ſuo naturale ſtato, onninamente ſvaniſce. Ma i Carteſiani da un lato avrebbono biſogno, ch'ella operaſſe in grazia della reſtituzione degli elaſtri, e dall'altro, che non ci foſſe; perchè colla ſua preſenza fa sì, che la quantità del moto comunicata non è pari all'iniziale, ſe non ſe dopo terminata la rifleſſione. Parmi dunque, s'io non erro, ch'eglino ſieno ridotti a contraddirſi apertamente, o ad abbandonare la propria ſentenza.

XI.

Il parere del Leibnizio non è ſoggetto a diſordini, ed in tutte le conſeguenze ottimamente ſi regge. Quella forza, che nella mutua contuſione ſi ſpende, è la medeſma, che rinaſce, e paſſa di morta in viva nel rimetterſi delle molle, e vuole eſſa diſtribuirſi in proporzione inverſa delle maſſe. Non ſiamo neceſſitati ad ammettere le forze negative, nè che forza diſtrugga forza ſenza produrre alcun effetto. Ciò che più importa ſi è, che in qualunque circoſtanza o di limite, o intermezza, o ridotta a termine la comunicazione del movimento, o ſolianto incoata, e non per anco perfezionata, in qualſivoglia natura di corpi o inerti, o dotati di perfetta, o imperfetta elaſticità, computate però le ammaccature; interverrà ſempre,

che ſi rinvenga nelle maſſe A, B un aggregato di forze vive preciſamente uguali alla primitiva $\frac{A V^2}{2}$, che nella ſfera A riſedeva anteriormente ad ogni azione. Per la qual coſa non ſi metterà mai eccettuazione alcuna all' aſſioma, che ſtabiliſce l'inviolabile corriſpondenza fra le cagioni, e gli effetti, e tra le azioni, e le paſſioni. Chi poi attribuiſſe anche al ſolido B la ſua particolare velocità o coſpirante, o contraria, potrebbe dedurne le medeſime conſeguenze, e per evitare il tedio de' calcoli baſterebbe, che collocaſſe ambo i corpi in una nave procedente colla celerità della maſſa B in ſenſo oppoſto; concioſſiachè altro non avrebbe a fare, ſalvo che aggiugnere alle velocità ſuperiormente determinate, dalle quali ſono affetti i corpi A, B dopo il contraſto, la celerità o poſitiva, o negativa del vaſcello.

XII.

In molte maniere del noſtro pronunziato ſi abuſano i Fiſici, e penſo, che una fra le altre la più bizzarra non ſi debba porre in dimenticanza. Si ſono divulgate per tutta l'Europa alquante celebri ſperienze credute favorevoli ai ſentimenti del Leibnizio intorno la germana eſtimazione delle forze vive. In prima ha fatto comparſa quella del Signor March. Giovanni Poleni, per cui ſcelte due ſfere di ugual volume, e differenti di peſo da lui deſcritte, e laſciatele piombare da varie altezze, allora eſcavavano due foſſe uguali nella ſottopoſta materia cedente, per eſempio nel ſevo, o nella molle creta, quando le maſſe erano in proporzione reciproca delle ſublimità. Poco diſſimile è lo ſperimento iſtituito negli elaſtri Bernoulliani, i quali ſerbata la medeſima legge, ugualmente ſi chiudono: ſiccome altresì quello dei ſogli di carta raccordato dall' Ingleſe Deſaguliers, che li diſponeva uno ſotto l'altro in picciola diſtanza, ed oſſervava, che da una palla diſcendente dall'alto ne venivano lacerati più, o meno, a miſura dell'impeto acquiſtato dal grave nelle diverſe cadute. Il riſultato era, che il numero de' ſogli rotti ſtava ſempremai in ragion proſsima compoſta della maſſa, e della linea della diſceſa, o vogliam dire del prodotto della maſsa ſteſſa nella velocità duplicata, e lontano di molto dall'analogia tra le differenti quantità del moto. Succede per ultimo l'oſſervazione del Signor de Camus. S'abbiano due globi di piombo incaſtrati immobilmente in un piano orizzontale, e di pari diametro, e cada ſul primo d'eſſi quattro volte una berta di ferro dall'altezza d'un piede, indi ſul ſecondo la berta medeſima una ſola volta dall'altezza di quattro piedi; la ſperienza ci documenta, che ambo le palle reſteranno egualmente ammaccate: attalchè quattro percoſſe animate dalla velocità eſpreſſa per l'unità equivagliono ad una ſola percoſſa della ſteſſa berta avvalorata dalla velocità doppia. Non ſi mette in dubbio, che le due contuſioni del piombo eſattamente eguali ſiano due effetti pari; dunque biſogna rintracciare due cauſe altresì eguali, da cui vengono generati. Ma le quantità del moto acquiſta-

te

te dal montante nelle diviſate diſceſe, che ſtanno in proporzione dell'unità al binario, non fanno a propoſito; dunque convien ricorrere alle forze Leibniziane, cioè alle velocità duplicate, le quali mettono a coperto il principio dell'uguaglianza fra le cauſe, e gli effetti, e tra le azioni, e le paſſioni.

XIII.

Le addotte oſſervazioni, che tutte nella medeſima concluſione ſi uniſcono, anno recato un non leggeri faſtidio ai propugnatori della opinione comunemente abbracciata. Negare i fatti non ſi può: lo ſpiegarli non rieſce; egli è dunque mirabile, a quanti ſutterfugi ſi ſieno appigliati per iſcanſare gl'inconvenienti, che ad ogni paſſo s'incontrano. Potevano eglino valerſi d'una eccezione ſemplice, ed a primo aſpetto plauſibile, quantunque erronea; in dicendo, che ne'caſi in quiſtione verificandoſi le due notiſſime formole $fdt = -mdu$, $fds = -mudu$, rimane ancor a deciderſi, ſe la forza viva, che dalle reſiſtenze appoco appoco eſtinguendo vaſſi, abbia a miſurarſi dall'azione della forza morta f moltiplicata nelle fluſſioni dt del tempo, o pure negli elementi ds dello ſpazio. Ha avvertito il citato P. Vincenzo Riccati, che ſin a tanto che con argomenti dimoſtrativi l'una, o l'altra equazione non ſi convince d'inſufficiente per ſoddisfare ai fenomeni tutti, che ci ſi parano innanzi, non avrà mai fine l'oſtinata controverſia intorno la vera eſtimazione delle forze vive. Appreſſo egli ſoſtiene, che amendue le premeſſe formole anno luogo, ogniqualvolta gl'impulſi delle forze morte ſeguitano le direzioni del moto, che ſi genera, o che ſi toglie. All'oppoſto, ſe la forza ſollecitante ſpigne per un verſo, ed il mobile ſollecitato è coſtretto dalle circoſtanze a camminare per un'altra ſtrada; ſuſſiſte la eſpreſſione $fds = \pm mudu$, intendendo per ds lo ſpazietto, per cui ſi fa l'accoſtamento, o il diſcoſtamento dal centro delle potenze, e l'altra $fdt = \pm mdu$ ci ſi muta in mano. Siccome la Natura tien ſalda inviolabilmente la prima in qualità di canone principale; così bene ſpeſſo abbandona la ſeconda, che fa figura di canone ſecondario, accoppiandole ſoltanto inſieme, quando non ripugna, che ſi raccozzino.

XIV.

Non eſſendo ſovvenuta agli Avverſarj queſta riſpoſta, che in parecchi incontri viene a feſta, ſi ſono appigliati ad uno ſtrano ripiego, per cui anno ſconvolto da capo a fondo l'aſſioma, che ſtabiliſce l'uguaglianza tra le azioni, e le reazioni. Eſſe ſecondo la loro immaginazione, non vanno conſiderate in ſe medeſime, nè per quello, che realmente ſono; imperciocchè ſotto una tale ſemplice, e legittima iſpezione i fenomeni mal ſi accordano colla teorica Carteſiana. Che s'aveva dunque a fare? Era d'uopo fuori d'ogni ragione complicar la materia, ed introdurre in iſcena un nuovo elemento, cioè a dire il tempo, c'entri, o non c'entri, obbligandolo

dolo ad avvalorare o l'une, o l'altre, conforme le particolari occorrenze richiedono. Per la qual cosa il pronunziato, che fa le azioni pari alle reazioni, si rende affatto inutile; conciossiachè per valermene bisogna, che mi sia nota la giusta misura del tempo, ed in oltre come vada ne' casi particolari applicato: investigamenti molte fiate astrusi, e perplessi, de' quali non verrò a capo: o almeno quando crederò d'appoggiarmi ad un semplicissimo originale assioma, mi converrà maneggiare alquanti laborioſi teoremi, e sovvertire tutte le regole del buon metodo. Quinci non è maraviglia, che i sostenitori della contraria sentenza si siano in più parti divisi. Oltre la visione del Signor Mairan, il quale misura le forze vive dagli effetti, che non producono, ma che sarebbero atte a produrre, se i corpi, per esempio le palle del Signor Marchese Poleni, escavassero le fosse con celerità equabile, ed oltre la fantasia del Sig. Martini, che nell'effetto, cioè nel formarsi delle buche, mette a conto la massa delle sfere agenti, ed in tal guisa viene due volte a computarla; è da saversi, che i Francesi applicano il tempo per ristorare l'azione, e gl'Inglesi per convalidar la reazione. In casi diversi e gli uni, e gli altri trovano, onde appagarsi. Abbiasi a soddisfare al pronunziato del Leibnizio, che tanta forza ci vuole a sollevare il peso uno all'altezza quattro, quanta il peso quattro alla sublimità uno, quantunque le velocità iniziali siano in ragion dupla. Sarà in pronto la risposta, viene a dire, che il maggior grave poggiando all'insù, perde tutto il suo moto nel tempo = 1, ed il minore nel tempo = 2; dunque moltiplicando le quantità del moto impresse ne' mobili per i rispettivi tempi, si avranno i due prodotti eguali, e conseguentemente i due effetti. All'incontro nell'esperimento Poleniano conviene asserire, che in tanto le due fosse ugualmente si profondano, e nascono due pari effetti; in quanto le resistenze del sevo tenace avvalorate dai tempi ci danno ambe le reazioni fra loro eguali. Io non mi prendo pensiero d'internarmi nella economia di questi tempi, che si fanno giuocare conforme il bisogno; perchè ne' casi particolari invece di aggiustar le partite vie più le perturbano. I calcoli sono già stati dimostrativamente dedotti dalla teorica delle forze continuamente applicate. Che si dirà dunque delle forze primitive ineguali agenti in tempo pari, e che delle uguali operanti in tempi diversi? I Francesi anno bisogno, che i tempi siano, come le velocità, colle quali si cominciano a vincere le resistenze, e che per conseguenza le resistenze siano, come le masse. L'ipotesi non regge nelle fosse del Poleni; essendo manifesto, che potendosi determinare le masse in qualsivoglia proporzione, il sevo però costipato, e cacciato di luogo esercita in qualunque sito una pari reazione. Gl'Inglesi poi vorrebbono, che i tempi fossero in ragione inversa delle velocità iniziali: lo che si verifica quando le buche scavate sono di pari profondità, ma negli altri casi non mai, e molto meno ne' gravi fatti poggiare a varie sublimità, giusto la vista del Leibnizio.

CAPITOLO DECIMO

Di alcuni principj Leibniziani.

I.

A Tre principj il Leibnizio, ed i ſuoi ſeguaci appoggiano il loro ſiſtema, e ſono la ragion ſuffiziente, la continuità, e l'indiſcernevole. Io mi ſervo di vocabili adattati alla materia; perchè altrimenti ſenza un lungo circuito di parole non poſſo eſprimere i concetti di queſta filoſofica famiglia. Dal primo ſiccome fondamentale gli altri due ſi diramano, ed a me venne più fiate ſuſpizione, ſe dalle addotte maſſime ſienſi cavate le concluſioni, o pure piantata prima l'ipoteſi, ſi abbiano poſcia per iſtrada cercati i principj, onde ſtabilirla. Qualunque volta mi ſi propone un ſiſtema generaliſſimo, che tutto abbraccia, io mi metto ſubito in guardia, concioſſiachè ſo per eſperienza, che ſi conchiude tutto ciò, che ſi vuole: e ſe mancano i dati fiſici, ſi ricorre francamente alle idee aſtratte, ed alle nozioni metafiſiche. Pare a me, che il celebre VVolfio ce ne ſomminiſtri l'eſempio. Egli con un grande apparato di definizioni, di diviſioni, di aſſiomi, e con una farragine di propoſizioni inſiememente concatenate prende ſempre di mira uno ſcopo, e ricade nelle ſentenze Leibniziane. Poſſibil mai, che il Leibnizio, per quanto grand'uomo egli ſi foſſe, non ſia mai ſtato ſoggetto all'errore? E ſe così è, che diremo delle preteſe VVolfiane dimoſtrazioni? E' miglior partito farſi ad eſaminare un ſiſtema univerſale involuto, e compoſto nelle conſeguenze da eſſo naſcenti; imperciocchè ſe ci ſi preſentano illazioni o incerte, o falſe, è coſa chiara, che i principj zoppicano, e ſono o irragionevoli, o troppo eſteſi, o mal applicati. Sopra tutto biſogna ſtar oculati, e ben attenti, che i canoni ſecondarj non ſi oppongano ai principali; concioſſiachè queſti, ſu cui ſi fondano le noſtre cognizioni, non ammettono limitazione, ed all'incontro gli altri di minor nerbo, e men generali ſovente a qualche eccettuazione ſoggiacciono. Il principio della ragion ſuffiziente cozza bene ſpeſſo colla indifferenza: quello della continuità urta talora nell'impoſſibile; ed il terzo degl'indiſcernibili qualche fiata è falſo, e per lo più ozioſo, ed inutile.

II.

Mi fermo alquanto ſulla ragion ſuffiziente, e di due ſpezie ne aſſegno: una, che ſi fonda ſulla neceſſità, e l'altra ſulla convenienza. La prima ha luogo, quando poſta in eſſere la coſa, ne naſcono gli attributi e le proprietà, che neceſſariamente l'accompagnano, o almeno che ad eſſa in qualche circoſtanza competono. E perchè diſtrutta una delle predette proprietà, la coſa non ſi modifica, ma onninamente ſi annichila; ne ſegue, che l'attributo primario è come la radice, da cui pullulano i men principali. A cagion

gion d'esemplo la materia non si concepe senza l'estensione solida, ed impenetrabile, composta di parti separabili, che porta con seco la divisibilità, e la figura. Nasce quinci l'inerzia, o sia una certa ripugnanza a cangiare stato, e segnitano in un grado più lontano il moto, e la forza. Queste due proprietà non sempre nella materia risiedono, la quale è indifferente al moto, ed alla quiete; non ostante ciò, se di esse affezioni non fosse capace, non potrebbe in conto alcuno sussistere. Ora almeno per nostro modo d'intendere, nell'attributo fondamentale sta la ragion suffiziente dei secondarj: ma chi si tira un passo addietro, e cerca la ragion suffiziente della proprietà capitale; ad altro principio non può ricorrere, salvo che a quello della possibilità: in quanto cioè nella idea radicale della cosa, verbigrazia della materia, non si ravvisa contraddizione. Ciò però non basta: fa d'uopo investigare lo perchè la trina dimensione sia passata dall'ideal possibilità all'esistenza reale, del qual transito l'unico motivo si è la volontà dell'Autore della Natura. Non nego già, ch'egli non avesse in mente delle ragioni a noi ignote, ed imperscrutabili nel facimento, e nella disposizione della grand'opera: ma bisogna movere l'ultimo passo, e resta ancora a saperst per qual bastevole cagione, essendosi egli prefisso di creare una data quantità di materia, nè più, nè meno (avvegnachè il mettere in essere un infinito assoluto, e trascendente col produrre tutta la materia possibile tira seco un matematico assurdo, conforme a suo luogo dimostrerò) abbia scelta piuttosto quella, che attualmente esiste, e non altrettanta in sua vece, che del pari poteva essere cavata dal nulla. Qui signoreggia la perfetta indifferenza, e svanisce la ragion suffiziente. Per la qual cosa si logorino pure i Leibniziani il cervello ad oggetto di rinvenire la ragione bastante, dove non è, e dove non ci può essere: io chiaramente comprendo, che l'elezione puramente arbitraria debbe attribuirsi alla Divina pienissima libertà.

III.

Nè mi si dica aver Dio fra gl'innumerabili mondi possibili preferito il migliore; conciossiachè (ammessa una tale sentenza in grazia della ragion suffiziente) io non parlo già della simmetria dell'edifizio, ma soltanto de' materiali. Infinita d'un infinito metafisico, cui nulla si può aggiugnere, è nella mente di Dio la massa inerte, di cui poteva valersi egli nella struttura dell'Universo, ed infinitamente della conceputa in idea è minore la porzione, che si è ridotta all'esistenza. Chiedo dunque la causa, per cui se ne sia prescelta una parte relativamente infinitesima, ad esclusione delle altre parti innumerevoli atte ugualmente a prestare lo stesso stessissimo ufizio? Si ripiglierà, ch'io non capisco il fondo del sistema, e non ho per ancora ben addentro penetrato il misterio delle monadi Leibniziane, ed il principio degl'indiscernibili, a cui s'appoggia quello della ragion suffiziente. Confesso il vero, che di tali entità, le quali stanno di mezzo fra lo spirituale, e 'l corporeo per quanto io mi sforzi, non formo distinta idea: Concedendo per ora, che non sieno un mero vocabolo, parmi, che il nodo in cambio di scioglierst, tanto più fortemente si aggruppi. Metto in con-

fide-

ſiderazione una monade di quelle, che ſi fingono attualmente in azione, e dimando, ſe nel teſoro della Divina Onnipotenza, e nell'abiſſo delle coſe poſſibili un'altra ce ne ſia ſimiliſſima, onde fatta la ſoſtituzione riſulti la medeſima ſerie d'effetti? Mentre mi ſi riſponda, che ciò non può eſſere, attenderò, che mi ſi dimoſtri la contraddizione, unica nota dell'impoſſibile. Tal uno dirà, che fra ambo le monadi ci paſſerebbe nel tempo ſteſſo e diſtinzione, e identità. Sarebbono due per l'ipoteſi, ed una ſola, perchè diſtinguerſi non potrebbono. Altra coſa è la eſatta ſomiglianza, ed altra la medeſimezza. Si cerca, ſe Dio poſſa creare una coppia di ſoſtanze cotanto ſimili, che facciano una pari comparſa e in ſe ſteſſe, e nelle loro affezioni, e ne'loro effetti, a tal che egli ſolo, e non qualſivoglia mente limitata ne conoſca la differenza. Il negarlo, ed in tal guiſa limitare la Divina poſſanza, egli è un gran poſtulato. Così ſi ricade nelle ſottigliezze degli Scolaſtici, alcuni de'quali ſogliono movere la quiſtione, ſe darſi poſſa una creatura immoltiplicabile. Nella idea chiara d'una ſoſtanza finita io non trovo il privilegio di eſſere unica eſſenzialmente, ed unica, e ſingolare in sì fatta maniera, che renda eſauſto un potere infinito, onde ſia inabilitato a produrne una ſimiliſſima. Ed ecco di bel nuovo in campo la totale pieniſſima indifferenza.

IV.

Gl' Ingleſi Filoſofanti movono una pari difficoltà contro la ſentenza Leibniziana intorno il tempo, in cui Dio ſi è diſpoſto a creare l'univerſità delle coſe. Chiedono perchè non prima, perchè non dopo; avvegnachè eglino non veggono la ragion ſuffiziente di tale arbitraria determinazione, che dalla Divina libertà unicamente dipende. Nè capiſcono, ſalvo il beneplacito del Creatore, che ci ſia motivo di ſorta alcuna, per cui non poteſſe la grand'opera o anticiparſi, o poſporſi. Tenta il Leibnizio d'uſcire d'impaccio, recando la definizione del tempo, il quale ſecondo lui altro non è, ſe non ſe l'ordine de' ſucceſſivi: laonde dee dirſi, che il tempo non ſi muta, ed è ſempre lo ſteſſo, quando ſta ferma la medeſima ſucceſſione di coſe. E' una pura immaginazione ſenza ſoggetto, o pure un ideale rapporto, qualunque volta la mente umana ſi finge tempo prima del tempo, e dove non è mai ſtata, mette una ſerie di ſucceſſivi. In tali ſpecolazioni io ci ravviſo più di acutezza, che di verità. Accordo, che in qualſivoglia ſtagione ſi foſſe Dio accinto a creare il mondo, l'avrebbe prodotto nel punto unico, ed indiviſibile della ſua eternità, la quale eſſendo tutta inſieme, non ammette nè prima, nè poi. Non arrivo però ad intendere, che conoſcendo lo ſteſſo Iddio le operazioni delle creature, che non ſono ſimultanee, e vengono l'una dopo l'altra, non diſtingua la mia durata da quella di Adamo, che viveva parecchi ſecoli fa. Per la qual coſa che ripugnanza ci può mai eſſere, che ſalvo l'ordine delle generazioni, e ſenza turbare l'economia del preſente Univerſo, oggi il noſtro primo Parente veniſſe al Mondo, ed io naſceſſi cinque in ſei mille anni dappoi.

V.

Meſſe da canto sì fatte metafiſiche ſottigliezze, conchiudo eſſere ottimo il principio della ragion ſuffiziente, ſiccome quello, che ſpeſſiſſimo viene a feſta, ed è la baſe, e la norma della maſſima parte de' noſtri ragionamenti. Lodo pertanto il celebre Leibnizio, ed i ſuoi ſeguaci, che l'anno meſſo in viſta, e dilucidato: andiamo però guardinghi di farne un uſo troppo generale, e ſpezialmente di porlo a fronte della indifferenza, cui debbe cedere nel contraſto; perchè altrimenti delle ſtrane propoſizioni ſi arriſchiano, e ci diſcoſtiamo dalla retta ragione per tener dietro alla ſuffiziente. Non mi ſi opponga, che abbandonata la predetta maſſima capitale, ſi dà di petto nell' inconveniente, che la coſa ſi genera ſenza il ſuo perchè, e ſaltano ſuori gli effetti a caſo ſenza relazione alcuna alle loro cagioni. Quando l' indifferenza domina, la radice, e la cauſa delle operazioni libere ſta nella libertà, nè ſi dee cercar di vantaggio; concioſſiachè poſta una preciſa determinazione, ed un ſuffiziente motivo, che ad operare invincibilmente ci ſpinga, le azioni non ſono più arbitrarie, conſiſtendo appunto la libertà nel ſuperare la indifferenza. In Dio la forza di eleggere è traſcendentemente infinita, e perciò ſuperiore a qualunque indifferenza. All'incontro nelle creature fornite della bella prerogativa di operare a loro ſenno, il potere di ſcegliere è riſtretto fra certi limiti, e vince una indifferenza finita, ed al vigore dell' agente proporzionata. Nel capitolo dell'uſo della probabilità ragionerò intorno queſto ſoggetto dietro la ſcorta de' ſenomeni, e farò vedere, che l'anima muove il ſuo corpo con una energia limitata, e che non potendo in eſſo creare nuova forza, il ſuo dominio ſi ſtende ſemplicemente a ſervirſi di quella, che ne' ſuoi organi a tal uſo deſtinati ritrova, moltiplicandola a ſuo piacere, ed eſercitando ſeco lei un fiſico commerzio.

VI.

Paſſo ad un ſecondo genere di ragion ſuffiziente, la quale a detta dei Leibniziani alla convenienza ſi appoggia. Non mi ſarà aſcritto a biaſmo, ſe ſopra queſto punto importante da eſſo loro in qualche parte diſcordo. La ſuppoſta ragion ſuffiziente, dico io, o ſi vuole, che prevenga il ſiſtema, e di eſſa nel concepirlo, e nel fabbricarlo ſi faccia uſo: o pure, che ſia una conſeguenza del ſiſtema già preſcelto, e già ſtabilito. Dell'una, e dell'altra ſorta ho da ragionare. E primieramente richiamo alla memoria, che nelle coſe, che ammettono il più, ed il meno, e ponno ricreſcere, e ſcemare, non ſi dà l'ottimo. In ordine a ciò, eſſendo impoſſibile un Mondo, di cui un più perfetto Dio crear non ne poſſa, nè ſappia; toccherà a Lui fra gl'infiniti poſſibili lo ſceglierne uno a ſuo beneplacito. In tale coſtituzione, ed in qualunque altra ſtaranno inconcuſſi gli aſſiomi fondamentali, che nulla ci ſi ravviſi di aſſurdo, e di repugnante, e che gli effetti colla debita proporzione alle loro cagioni riſpondano. Appreſſo ſi verificherebbero

i teo-

i teoremi tutti, che intorno il numero, e la quantità in generale dimoſtranſi nell' Aritmetica, e nell' Algebra; perchè ſe così non foſſe, uſcirebbe in campo la contraddizione. Avvertaſi frattanto, che i raziocinj dedotti da' premeſſi principj non an che fare colla ragion ſuffiziente di convenienza; imperciocchè rettamente conchiudono in forza d'una preciſa inevitabile neceſſità. Atteſa poi la natura delle creature alla mente umana ineſcogitabili, cui ſi foſſe dato l'eſſere dal Divino Artefice, egli è manifeſto, che per dar regola alla economia dell'immaginato Univerſo, ſi farebbero prefiſſe leggi adattate all'indole delle coſe prodotte, parte di neceſſità ipotetica, e parte di congruenza: anzi dove ci aveſſe potuto entrare l'ottimo relativo, ſi farebbe opportunamente introdotto; avvegnachè in ogni fattura dee comparire la poſſanza, e la ſapienza del Facitore. In queſto ſuperfiziale sbozzo ho detto ciò, che ho ſaputo, e che mi è ſtato ſomminiſtrato da qualche lontaniſſima analogia dell'ordine, e della ſtruttura, che io nel Mondo, in cui vivo, imperfettamente mi par di comprendere.

VII.

Ora mi volgo da un altro lato, e ſuppongo il ſiſtema già ſtabilito, e preſcritte le leggi tanto principali, quanto ſecondarie, onde ſi regola la ſucceſſione degli effetti, e la lor dipendenza dalle cagioni. Su cotali leggi ben avverate, ben dedotte dai fenomeni, e non inventate di capriccio attesochè ſa d'uopo procedere con ſomma cautela, per non eſporſi a pericolo di sbagliare) ſi fondano le fiſiche dimoſtrazioni, e la vera, e legittima ragion ſuffiziente delle naturali apparenze. Per altro ſia detto con pace dei Leibniziani, è coſa facile, e frequente l'abuſarſi del loro principio, a tutti i caſi, ci vada o non ci vada, applicandolo. Molte fiate indarno ſi cerca la ragion ſuffiziente, dove non è, e frequentiſſimamente è tanto oſcura, e naſcoſta, che non ci va fatto di ſcoprirla. In tali incontri come ſi comportano i Filoſofanti? In vece di ſoſpendere prudentemente il loro giudizio, una ne tirano fuori, o che loro ſembra più ragionevole, o che meglio s'accomoda alle lor prevenzioni, e ſi aſſeſta al conceputo ſiſtema. Da per tutto domina la ragion ſuffiziente; dunque dee dare altresì regola alle innumerabili figure, che i corpi ſolidi circondano. Ottimamente: moltiſſime, e fra loro onninamente diverſe ſono le cauſe determinatrici delle figure, che la materia modificano, ed io non mi arrogo di ſaperne la milleſima parte: laonde non reſto pago d'una generaliſſima conſiſtente nell'azione eſterna de' fluidi, che cingono, e premono i ſolidi, aſſegnata da una illuſtre Dama Franceſe, la quale ripudiato il Carteſio, ſi è ſpoſata filoſoficamente col Leibnizio. Chiedeſi la ragion ſuffiziente della eſiſtenza della materia inerte. Io mi credeva buonamente, che baſtaſſe la di lei poſſibilità, aggiunta la volontà del Creatore, che la cavaſſe dal nulla. Adeſſo imparo, che con eſſo lei avevano a produrſi le monadi, che la ſoſteneſſero, e che di più ci dovea entrare la ſcelta dell'ottimo.

VIII.

Non si lusinghino i Leibniziani, che anco nella costituzione del mondo, che abbiam sotto gli occhi, non faccia di se mostra la indifferenza. Troppo c'è d'indeterminato nella materia, e nel moto rispetto le loro affezioni, grandezza, figura, velocità, e direzione, onde la ragion sufficiente possa in qualunque caso da se sola introdurre la determinazione, senza che nell'opera ci metta del suo la libertà dell'Artefice. Io per me penso, che nulla si sarebbe mai fatto, se l'Autore Onnipotente della Natura non avesse regolata la struttura dell'Universo in parte coll'arbitrio, ed in parte colla sapienza. Dietro la traccia d'un celebre moderno Scrittore io ne reco un saggio, ma prima vo'farmi strada con un'appropiata similitudine. Ho un oriuolo rinchiuso nella sua picciola cassa, e lasciatolo pendere dalla catenella osservo, che una delle sue ruote cammina da Occidente verso Oriente. Volgo per una quarta di cerchio l'intiera macchinetta, e la ruota stessa va da mezzo giorno a Settentrione, o al contrario. Torno a girarla per un' altra quarta, e la ruota al rovescio di quel, che da prima faceva, circola dall' oriente all' occaso. Posso collocar l'orologio in mille positure, e far sì, che la ruota predetta viaggi per tutti i venti, e cangi a mio beneplacito direzione. E con tali mutamenti non si altera nè punto, nè poco la simmetria, la perfezione, e l'uso dell'Oriuolo. Quinci movo un passo, e soggiungo. Qual ragion sufficiente si allega, per cui Dio non potesse da principio delle cose situar altrimenti il grand'Orologio del Mondo, e non possa farlo presentemente; a tal che tenuto fermo nel rimanente il sistema si volgessero soltanto in contrario senso i moti tutti de' pianeti, e delle stelle, ed il Sole a cagion d'esempio nascesse, dove adesso tramonta? Non arrivo a capire, quale sconcertamento nella economia generale dell'Universo fosse per tirare con seco il semplice cangiamento delle direzioni, senza metter mano nelle velocità, e nelle altre circostanze, che i moti accompagnano. Attenderò, che i Leibniziani mi assegnino un qualche urgente motivo, atto a superare un tal genere d'indifferenza, che secondo me è inescogitabile, mentre non si ricorra alla volontà determinatrice del sommo Facitore. E vaglia il vero pongasi in data distanza dal sole un pianeta animato dalla nota legge di forza centrale. Se non ha da camminare per linea retta, e da congiungersi col proprio centro; egli è necessario, che ad esso si comunichi un impulso di traverso, coll'ajuto del quale si disporrà a descrivere un'orbita, e girare intorno il sole incessabilmente. Questa obbliqua impressione si è quella, che determina il piano, e l'inclinazione dell' orbita, le celerità, ed il tempo dell'intiera rivoluzione, e parecchie altre particolarità, fra le quali viene ora a mio proposto la direzione, per cui viaggiano tutti i pianeti dall'Occidente all'Oriente. Se la prima spinta si fosse data a ritroso, e si fossero rovesciate le direzioni dei movimenti, e nulla più, o se a guisa del menzionato orologio, la total macchina del mondo facesse una mezza giravolta, e per comando onnipotente in una diversa posizione si locasse; non veggo qual disordine ne fosse per nascere,

e da

è da qual ragion ſuffiziente indotto, non abbia Dio nell' inizio delle coſe fatto uſo della ſua infinita libertà, diriggendo per un verſo, piuttoſto che per un altro il compleſſo de' movimenti.

IX.

Deggio farmi incontro ad una obbiezione. Un dotto Leibniziano, che ſentiva il peſo della difficoltà, e dagli addotti eſempj mal ſapea ſvilupparſi, ſoleva dire altra eſſere la ragion ſuffiziente inteſa da Dio, ed altra quella, che intendiam noi; concioſſiachè ad un intelletto limitato non è permeſſo di penetrare nelle ſegrete ragioni, che ſtanno naſcoſte nell' abiſſo della Divina Sapienza. Accuſava egli di manifeſto paralogiſmo la ſeguente propoſizione. In certi caſi non ci va fatto di ſcoprire motivo baſtante, onde determinare l'effetto, in cui pare che ſignoreggi una piena indifferenza; dunque il motivo non c'è; potendoſi agevolmente riſpondere, che la ragione ſuffiziente non manca, quantunque rieſcano vani i noſtri ſforzi per rinvenirla. All'incontro io lo interrogava, s'egli ſi aveſſe mai formato in mente un chiaro, e diſtinto concetto della perfetta indifferenza, cioè di quella, per cui in certe circoſtanze neſſun effetto ſuccede, o la coſa naſce talmente determinata, che ſi riſtrigne ad una ſola maniera. Dovreſte, ſoggiugneva io, averne contezza; imperocchè bene ſpeſſo fanno lega inſieme i due principj della indifferenza, e della ragion ſuffiziente. Da una verga orizzontale a cagion d'eſempio pendano due peſi uguali in pari diſtanza dall'appoggio, interviene, che ambo i peſi ſe ne ſtanno in ripoſo, così richiedendo la indifferenza, la quale non conſente, che l'uno piuttoſto che l'altro diſcenda. L'aſſioma appunto per queſto capo è inconcuſſo; perchè la totale indifferenza eſclude qualunque ragion ſuffiziente, onde il moto poſſa produrſi. Quinci inferiva io, che la ragion ſuffiziente ci ſi affaccia ſotto due differenti aſpetti: il primo è ngativo, ogni qualvolta non appare motivo valevole, per cui le coſe ſi determinino a cangiare ſtato: e l'indizio altronde non ſi deſume, ſalvochè dalla indifferenza. Per la qual coſa in tali caſi i due principj ſi porgono vicendevolmente la mano, o per dir meglio coincidono. Tutta la diverſità conſiſte nell'eſpreſſione, ed è lo ſteſſo l'aſſerire, che nella menzionata bilancia i due peſi ſi mantengono in quiete, o perchè domina l'indifferenza, o perchè non ſi ravviſa cagione baſtante, per cui uno abbia a diſcendere, e l'altro ad aſcendere.

X.

Ma quando la ragion ſuffiziente fa figura di poſitiva (e queſto è il ſecondo aſpetto, col quale ci ſi para dinanzi) eſſa certamente non ſuſſiſte in aria, e dovendoſi applicare ſecondo le circoſtanze a varj particolari, fa di meſtieri, che a qualche principio fondamentale indiſpenſabilmente ſi appoggi. Tolta eſſa in queſto ſenſo ſi confonde colle reali cagioni o produttrici, o determinatrici degli effetti, delle quali abbiamo una precedente notizia,

tizia, o vengono alla giornata a manifeſtarſi. Ora volto all'Amico oppoſitore ripigliava. Chi diceſſe eſſerci nell'aſſegnata poſizione di eſatto equilibrio un occulto perchè, onde i due gravi eguali diſpoſti in diſtanze uguali dal comune ſoſtegno ſi metteſſero in movimento, non introdurrebbe egli un puro, e pretto Pirroniſmo. In tal guiſa ſi ſconvolgerebbe il cominciamento, il progreſſo, e la certezza delle noſtre cognizioni; concioſſiachè l'ultima analiſi degli umani ragionamenti va a terminare negli aſſiomi, cioè a dire in alcune prime verità per ſe ſteſſe conte, e paleſi, ed indimoſtrabili. E di tal ſorta ſi è l'aſſioma premeſſo intorno l'equiponderanza, il quale eſſendo l'unico fondamento della meccanica, intanto poggia ad un grado incontraſtabile di evidenza, e di chiarezza, in quanto ſi ſtabiliſce ſul principio generale d'una perfetta indifferenza eſcluſiva di qualſivoglia ragion ſuffiziente determinatrice del movimento; avvegnachè tutto ciò, che milita a favore d'un peſo, all'altro può del pari appropiarſi, e la perfetta uguaglianza fra le azioni, e le reazioni, fa sì, che la forza morta della gravità non può mai paſſare in viva, o per una, o per l'altra parte, nè vincere cogli effetti la irreſoluzione delle cagioni. Ora queſto, per così chiamarlo, vacillamento, o titubazione della Natura, qualora falta agli occhi, come nel caſo addotto, e nettiſſimo ſi concepe, ſonda in noi un primo, chiaro, ed evidente principio, baſe de'noſtri diſcorſi, al quale chi mi vieta d'imporre il nome d'indifferenza, ovvero di negativa ragion ſuffiziente? Appreſſo, l'addotto caſo di equilibrio è bene il più ſemplice, ed il primo, che ſi preſenti al noſtro intelletto, ma non già ſolo; avvegnachè collocati i peſi in maniera, che le diſtanze dall'appoggio ſerbino la proporzione reciproca dei peſi medeſimi, ſtaranno eſſi equilibrati, ed immoti. La propoſizione è certa, ma in eſſa non appare quel chiaro, e quel limpido, che illumina la mente, e toglie di mezzo la dubbietà. Perchè ci preſtiamo l'aſſenſo, convien dimoſtrarla, e conſeguentemente non va riposta tra i pronunziati, ma tra i teoremi. E la ragione conſiſte in ciò, che nell'aſſioma è patente la indifferenza, e non così nel teorema, la dimoſtrazione del quale dipende dall'aſſioma, che ſenz'altra prova ſi aſſume. Fatta poi rifleſſione, che il principio della indifferenza è generaliſſimo, e viene frequentemente ad uſo nel gittare i fondamenti delle ſcienze, e maſſime della Fiſica; impariamo con quanta circoſpezione deggia adoprarſi la maſſima Leibniziana, che in ogn' incontro richiede una poſitiva ragion ſuffiziente.

CAPITOLO UNDECIMO

Della Continuità, e dell' Indiſcernevole.

I.

DAl principio della continuità tante conſeguenze deducono i Leibniziani, che non ſo, ſe avrò lena baſtante per tener dietro alle loro ſpecolazioni, nelle quali io non decido ſe faccia maggior comparſa la ſottigliezza, o la maraviglia. Tolta di mezzo, dicono eglino, la continuità, ſi rompe la catena delle cagioni, e degli effetti, e gli anelli una volta ſeparati mai più non ſi ſaldano, nè ſi riappiccano. Per la qual coſa ammeſſa l' interruzione, termina una ſerie di ſucceſſivi, e ne comincia un' altra totalmente diſparata, moltiplicandoſi gli ordini delle coſe ſenza ragion ſuffiziente, e con pregiudizio dell' unità, e della connetſione del ſiſtema. Per maggior chiarezza applico il principio della continuità alle azioni, ed alle reazioni della materia, e pongo, che ad una determinata maſſa venga comunicato un certo grado di forza; egli è manifeſto, che ſcema nell'agente il vigore traslatato nel corpo, che ne fa acquiſto: il qual vigore, ſiccome di nuovo non ſi crea nel parteciparlo, così nel riceverlo non ſi annichila. La forza dunque in ambo le maſſe è la ſteſſa: ma quando riſiede nel corpo operante, fa figura di cauſa, ed all'incontro di effetto, quando nel paziente ſi trasfonde. E perchè la forza viva non va mai diſgiunta dal moto, altrimenti ſi cangerebbe in forza d'inerzia, ed in una ſemplice repugnanza alla mutazione di ſtato; ne ſegue, che nella maſſa, cui ſi comunica, qualche ſegno di eſſa dee ravviſarſi, conſiſtente o nel movimento locale, o nella mutua contuſione, o nell'inteſtino tremito delle parti. In quella guiſa, che paſſa dal primo corpo al ſecondo, ſi diſtribuiſce altresì ai ſolidi, ed ai fluidi contigui, e così di mano in mano; a tal che mentre non ſi adotti l'aſſurdo, che una quantità data di forza ſi eſtingua, ed in nulla ſi dilegui, convien dire, che applicandoſi eſſa ſucceſſivamente ad un numero indefinito di corpi, produca una progreſſione di effetti, la quale non mai ceſſa, nè mai s'interrompe.

II.

Sin quì ſiamo d'accordo: ma qualora i Leibniziani pretendono, che la continuità con un doppio rapporto giunga ad abbracciare i due ordini interi dei ſucceſſivi, e dei ſimultanei, cioè il tempo, e l'eſtenſione; non ſo, ſe mi anderà fatto di ſpiegare nettamente le maſſime di queſta Filoſofica Setta. Ogni elemento di Natura, o ſia monade in qualunque ſtato ſi trovi, è un epilogo dell' Univerſo; concioſſiachè contiene in ſe ſteſſo la ragion ſuffiziente non ſolo delle preſenti affezioni, a cui ſoggiace, ma delle paſ-

ſate,

ſate, e delle future: di modo che il predetto elemento mille anni fa ſuſſiſtendo ſotto una differente poſitura, aveva fino d'allora in ſe medeſimo i motivi, e per così eſprimermi i ſemi delle ollerne coſtituzioni, ed in queſte, quelli altresì, che danno regola all'avvenire. In oltre la menzionata monade mantiene perpetuamente uno ſtretto commerzio con tutte in generale, e in particolare le innumerevoli, che il noſtro Mondo compongono, nè ſuccede mai in una qualſivoglia mutazione, che le altre in forza della mirabile connessione non ſe ne riſentano. Preſſo il P. de Chales quiſtionavano alcuni Statici, ſe la gran mole della Terra tremava al ſalto d'una pulce: ma più c'è molto di più; avvegnachè meſſe in azione alquante monadi, onde un minimo granello di rena ſi muova con paſſo lentiſſimo, il moto nel diffonderſi non ha limite, ed arriva non ſolamente agli Antipodi, ma fino alla più remota delle ſtelle fiſſe propagaſi. Non c'è dunque elemento o di Natura, o di eſtenſione, o vicino, o lontano, che in tale incontro non acquiſti una novella modificazione, e che in ogni momento, oltre i propj, che dal ſuo ſondo riſiltano, non ſia ſoggetto ad infiniti relativi mutamenti. Che diremo poi delle anime umane, le quali legate al corpo ricevono l'eſterne impreſſioni per mezzo degli organi? Anco queſte, che a detta dei Leibniziani ſono una rappreſentazione, e quaſi uno ſpecchio dell'Univerſo, tengono una ſtretta, e continua corriſpondenza colla materia, e cogli elementi, che ſono le baſi della maſſa inerte, e della forza attiva. Per la qual coſa o ſi ſcuota una ſoglia nelle ſelve dell'Indoſtan, o ſi ſvegli un'aura nel mar Pacifico, ſi diverſifica lo ſtato intimo dell'anima, e ſi deſtano in eſſo lei certe mute affezioni, che non ſi laſcian diſcernere. E quantunque la noſtra mente ſia una ſoſtanza conſapevole di ſe ſteſſa, e de' ſuoi interni ſentimenti (ſe pure anch'ella non è ſoſtentata dalle monadi, ch'equivocano tra lo ſpirituale, e il corporeo) non è ſempre obbligata a ſapere ciò, che in lei faſſi, e baſta, che le ſue modificazioni onninamente inſenſibili ſieno prodotte dalla economia delle ſucceſſioni, e dirette dal canone della perfetta continuità. Oltre ogni credere privilegiate ſono coteſte monadi, le quali anno contratta fra loro una lega tanto indiſſolubile, che ad ogni alterazione ſi alterano, ad ogni mutazione ſi mutano, ed a tutti i tempi, ed a tutti i luoghi ſtanno preſenti. Quando avrò propoſta, e provata la mia ſentenza, che la ſtruttura, e l'ordine delle coſe ad un ſiſtema temperato ſi appoggia, apparirà cred'io, che ſi è portato all'eccesſo il principio della continuità, e ſi dileguerano in conſeguenza le ſuppoſte innumerabili maraviglie.

A che prò alzar le vele in un Oceano interminabile di metafiſiche ſpecolazioni, le quali lavorate a fior d'ingegno in grazia d'un ipoteſi ſottilmente immaginata, non vengono a feſta nella ſcienza della Natura, e rieſcono totalmente inutili, e bene ſpeſſo nocive. Troppo ci ſarebbe che fare, e che dire, ogni qual volta nella ſpiegazione d'un fenomeno ſi aveſſe a ricorrere alla univerſità delle monadi, e ſi doveſſe mettere in conto tutto ciò, che ſuccede nell'ampio giro del Mondo. Egli è dunque aſſolutamente impoſſibile il tener ferma la mira ai ſuddetti elementi in particolare, e molto meno al loro compleſſo; laonde c'entrino, o non c'entrino, convie-

ne

ne trasandarli, ed imitare la condotta de' Geometri, i quali nel calcolo differenziale trascurano quelle quantità, che per essere relativamente infinitesime non turbano l'operazione. E se così è, l'ipotesi Leibniziana dee porsi in non calere, e sarebbe forse meglio, che non fosse stata inventata: perchè imbroglia la faccenda, ed avvalora le cavillazioni de' Settici.

III.

Passo ad altri punti, che sono più alla comune portata, e primieramente io noto, che il principio della continuità si oppone con vigoria allo sterminato vacuo introdotto dalla scuola Newtoniana. I Filosofi Inglesi non si fanno scrupolo di ammettere, che i Pianeti in uno spazio vuoto d'ogni materia si rivolgono intorno il sole: che da questo gran corpo vengono connuamente attratti, e trattenuti nell'orbite da essi descritte: che oltre l'attrazione principale si danno le secondarie, per cui i globi celesti scambievolmente si perturbano, e che le azioni, e le reazioni senza bisogno d'un mezzo fluido si propagano in giro, e mantengono fra i corpi, non si sa come, un perpetuo commerzio. Dacchè la Fisica è Fisica, si ha sempre considerata l'azione in distanza per un paradosso: ma ogni proposizione viene alla moda: tanto sono varie le opinioni degli Uomini. Ne' più astrusi, ed imbarazzati fenomeni vennero in mente a' buoni vecchj le qualità occulte, gl'instinti, le simpatie, e che so io, ma non si appigliarono mai al disperato partito, che la virtù dell'agente si comunicasse al paziente lontano, escluso il mezzo, per via d'un salto, e d'una discontinuazione. E vaglia il vero, la forza, ed il moto risieggono nella estensione solida, ed impenetrabile; laonde il vano incapace di resistenza non è soggetto atto a sostentare la forza, ed il movimento, per qtianta realtà ad esso i Newtoniani concedano. E se non riceve in se la impressione, come può trasferirla da corpo a corpo; a tal che il mero nulla connetta insieme la cagione, e l'effetto? Le opposizioni si eludono in dicendo, che la gravità, e la vicendevole attrazione fra le parti della materia è una legge generale, e dominante in Natura, che ha le sue regole stabili, alle quali le geometriche dimostrazioni si appoggiano, e che viene confermata da innumerabili sperimenti. Anche il Galileo non per anco libero dalle prevenzioni delle antiche scuole misurava l'orrore, che per lo vuoto mostrava la Natura, e poco mancò, che non ne formasse una nuova scienza. Adottata l'attrazione non in figura di fenomeno, ma di legge primaria, e fondamentale, irreparabilmente va a terra il principio della continuità; ma fuori della nostra aspettazione un altro se ne insinua, cioè quello delle cause occasionali del Cartesio, o dell'Armonia prestabilita del Leibnizio, consistendo forse la differenza delle due ipotesi soltanto nella espressione. Dove non c'è massa intermezza o solida, o fluida, per cui l'azione da un corpo all'altro faccia passaggio, ivi non c'è fisico influsso, nè vera, e reale comunicazione delle forze, e dei movimenti. E se ciò non ostante il moto s'imprime, ed in ogni momento novelle sollecitazioni delle forze s'aggiungono; per uscire d'impaccio non so da qual lato volgermi, mentre io non ricorro alla vo-

lontà operativa dell'Autore della Natura, il quale ſtante la preſenza, la maſſa, e il diſcoſtamento del corpo, che ſi giudica traente, dà norma giuſto i ſuoi fini agli effetti, che ſi oſſervano nell' attratto.

IV.

Laſcio, che i Fiſici Tedeſchi difendano contro gl' Ingleſi il principio della continuità, di cui fanno ſecondo me un gran capitale ad unico oggetto di rifiutare il vuoto diſſeminato, del quale tanto ſi compiacque Democrito, e dopo lui Epicuro. Vogliono eglino, che i piccoli vani ſparſi fra gli atomi rompano il continuamento della materia, ed arrechino pregiudizio alla ſimmetria del Mondo, che tanto più ſi dee riputare perfetto, quanto è più pieno. E ſe Dio ſceglie ſempre il migliore, fra le ſoſtanze elteſe non avrà certamente intermeſſo il nulla, che porta con ſeco la maſſima imperfezione. Riſpondo a nome degli Atomiſti, che non biſogna badare all' interrompimento della materia, quando ſta ferma la continuazione delle azioni. E' ſereditata la ſentenza di Ariſtotile, che foſſero iſtantanei i movimenti nel vacuo: e ſe gli atomi camminano con finita velocità per lo ſpazio in parte pieno, ed in parte vuoto, ed ora incontrano oſtacoli, ed or non gl' incontrano; è manifeſto, che ſi mantiene la comunicazione de' moti, e la debita corriſpondenza fra le azioni, e le reazioni, e tra le cagioni, e gli effetti. Sarebbe di qualche peſo l'argomento dei Leibniziani, ogni qual volta l'Autore della Natura aveſſe ſtatuito di creare la materia pigra ed ozioſa, e poſta in una eterna quiete. In tale ſtrana coſtituzione di coſe ci ſi para innanzi un imperfettiſſimo Univerſo mancante d'ordine, e di varietà, privo di generazione, e di prodotti, e di conſeguenza all'infinito ſapere del Facitore mal conveniente. Non occorre dunque fondarſi ſulle metafiſiche meditazioni, le quali rappreſentano bensì le noſtre idee, e gli obbietti per rapporto ai noſtri concepimenti; ma in ciò, che riguarda il fatto, nulla mettono in eſſere; avvegnachè i Mondi immaginati ſono moltiſſimi, ed un ſolo il reale. Fa d' uopo girare la quiſtione per un altro verſo, ed eſaminati prima diligentemente i fenomeni, indagare ſcevri dalla preoccupazione di qualunque ſiſtema, ſe il moto modificato dalle differenti velocità, e per venire più alle ſtrette, ſe i canoni delle reſiſtenze poſſano conciliarſi col pieno, e con una materia impenetrabile, che occupando tutto lo ſpazio è fornita d'una pari forza d'inerzia. Diaſi, che il movimento locale, da cui le fiſiche apparenze traggon l' origine, indiſpenſabilmente richieda, che il vano s'inframetta fra i minimi corpicelli, e che altrimenti il Mondo, in cui viviamo, atteſe le continue viciſſitudini non poſſa reggerſi (ſopra il qual punto altrove con accuratezza ragionerò); allora ripudiata la maſſima della continuità, la ragion ſuffiziente tanto vantata a pro del pieno, militerebbe a favore del Vuoto.

V.

V.

Dimoſtro per ultimo, che il menzionato principio Leibniziano tal fiata non ha luogo; perchè a mezza ſtrada s'incontra nell'impoſſibile. Le curve non ſono continuate, e vanno di ſalto, qualunque volta creſcendo, o ſcemando paſſo paſſo una delle indeterminate, i valori dell'altra diventano immaginarj. Queſte quantità impoſſibili non ſi leggono ſtampate ſul libro della Natura. Me ne ſomminiſtri l'eſempio una curva notiſſima, e ſia la iperbola conica formata di due parti ſtaccate CAD, GEH, (Fig.9. e di quattro rami AC, AD, EG, EH, tutti e quattro procedenti all'infinito. Sia la retta FEAB l'aſſe della curva, i punti A, E ſegnino i due vertici oppoſti, e chiamate $\pm x$ le abſciſſe AB, AF, l'una poſitiva, e l'altra negativa, ſi denominino per $\pm y$ le ordinate a coppia a coppia BD, BC, ed FH, FG, e di più per $2a$ la intercetta AE. Richiamata a memoria l'equazione della curva giuſto il metodo Carteſiano, avremo $2ax + x^2 = \frac{by^2}{a}$; ed aſſunta la variabile x ſiccome poſitiva $=$ AB, ad eſſa riſponderanno le due applicate BD affermativa, e BC negativa; avvegnachè il quadrato y^2 ha due radici $\pm y$, dalla moltiplicazione delle quali egualmente ſi compone. I due rami AD, AC, all'infinito ſi ſtendono; perchè al creſcere delle abſciſſe AB ſi annientano le ordinate BD, BC. Dopo ciò prendaſi la x negativa, e tre differenti caſi ci ſi preſentano; giacchè l'aſſiſſa $-x$ può farſi minore, uguale, e maggiore in relazione della coſtante AE. Nel primo ſi cangia in una grandezza negativa il binomio $2ax + x^2$, e fa sì, che l'applicata y diventi eguale ad una quantità immaginaria; circoſtanza, che porta con ſeco l'interrompimento della curva; imperocchè alla porzione AE dell'Aſſe, ed alle aſſiſſe per eſempio AI le ordinate non corriſpondono. Nel ſecondo caſo poſta $-x = 2a$, naſce la formola $-4a^2 + 4a^2 = y^2 = 0$, e da ciò riſulta, che le applicate immaginarie vanno a finire nel zero, ed in tal guiſa ſi determina nel punto E l'altro vertice della iperbola. La terza ipoteſi ci dà ſempre in figura di affermativo il membro dell'equazione $-2ax + x^2$, e conſeguentemente reali le coordinate FH, FG, una poſitiva, e l'altra negativa. Quinci dopo la diſcontinuazione la curva torna a rinaſcere, e con ambo i rami EH, EG progrediſce all'infinito. La Geometria è ferace d'innumerevoli eſempli o ſimili, o del propoſto aſſai più maravigliosi. Nella ſteſſa iperbola rapportata alle aſſintote ſi fa un ſalto nelle ordinate dall'infinito poſitivo al negativo: tanto è vero, che in moltiſſimi incontri non trova luogo il canone della continuità.

VI.

Il terzo ſoſtegno della Filoſofia Leibniziana è l'indiſcernibile, per cui ſi aſſeriſce, non poterſi rinvenire, non ſolo due corpi, o due prodotti; ma nè tampoco due elementi o di Natura, o di eſtenſione fra loro tanto ſomi-

gliantiſſimi, che uno in cambio dell'altro ſurrogare ſi poſſa. Dianſi per ipoteſi due ſtille d'acqua ſimiliſſime, ed indiſtinguibili collocate in diverſi ſiti. Si tramutino ſcambievolmente, e nulla accaderà di nuovo nella economia dell'Univerſo, e nella ſucceſſione delle cagioni, e degli effetti. Non c'era dunque ragion ſuffiziente, per la quale la prima goccia occupaſſe un luogo, ed un altro la ſeconda: ma la ragion ſuffiziente, vogliaſi o non vogliaſi, ci ha da eſſere; dunque ripugna, che le predette ſtille ſieno onninamente indiſcernibili. Così diſcorrono i ſeguaci del Leibnizio, ed a me pare, che cotali queſtioni per mancanza dei dati ſieno inſolubili, e poco diverſe da quelle, che ſogliono moverſi per traſtullo, qualora ſi dimanda il numero delle ſtelle del Cielo, o delle arene del mare. Io laſcio il punto indeciſo; perchè nè per l'una, nè per l'altra parte ho prove, che mi convincano. Dico bensì, che nel maneggiare le ſcienze non occorre nè pur penſare al mentovato principio; concioſſiachè ſe tal uno qual aſſioma lo riceveſſe, ſarebbe poi aſtretto ad aſſolutamente rinnegarlo nel progreſſo de' ſuoi ragionari. Ed in vero i Geometri frequentemente dimoſtrano l'eguaglianza delle figure col ſoprapporle, e fatto vedere, che ſi combaciano eſattamente, ne deducono la perfetta egualità appunto da ciò, che l'una dall'altra non può diſcernerſi. Di queſto artifizio appoggiato alla dignità per ſe ſteſſa nota: *Quæ ſibi mutuo congruunt, æqualia ſunt*; ſi valſe Euclide nel primo libro degli Elementi, proponendo alcune primitive proprietà de' triangoli, le quali altra dimoſtrazione inſallibilmente non ammettono. Così Sereno opponendoſi ad una popolare anticipazione, comprovò la uniformità, e la medeſimezza delle due curve elittiche originate dalle ſezioni obblique del cilindro, e del cono. S'arroge, che tutto dì gli Analiſti nel maneggiare le loro equazioni ſoſtituiſcono una quantità in vece d'un'altra eguale; imperocchè la grandezza eſcluſa, e la ſurrogata in linea d'uguaglianza non ſi diſtinguono. Poſto che aveſſero a metterſi in conto le minute differenze, delle quali i Leibniziani ſanno miſterio, ſi ſconcerterebbero le nozioni fondamentali dell'egualità, della ſimilitudine, della proporzionalità, ed altre parecchie, che ſono le baſi degli umani raziocinj.

VII.

A chi non è noto, che le ſcienze rade fiate ſu i particolari trattengonſi, e contemplano le coſe in genere, ora allargando, ed ora riſtrignendo il campo a miſura degl'inveſtigamenti, che ſi prefiggono. Conviene dunque preſcindere dai divarj, e pigliar di mira l'indiſcernevole. La Fiſica diverſamente non ſi comporta; concioſſiachè abbiaſi per dimoſtrato, che in pari diſtanza dal centro i peſi ſieno proporzionati alle maſſe; applicherò io la verità generale a tutti i gravi indiſtintamente, nè ſtarò ridicoloſamente a piatire, ſe ſieno d'oro, o di piombo, o di qualſivoglia altra materia. Appreſſo ricorro alla ſperienza per accertarmi d'un qualche teorema concernente le forze, e gli equilibrj de' fluidi, e faccio uſo dell'acqua limpida, e dell'argento vivo purgato. Mi piglio forſe la pena di eſaminare da qual pozzo, o da qual fonte ſia ſtata cavata l'acqua, o da qual miniera il mercurio? Nè pure

mi

mi cade in mente di ſapere, ſe i menzionati liquidi ſieno omogenei, o compoſti di particelle talmente diverſe, che una non poſſa ſituarſi nel luogo della compagna, per non peccare contro il gran principio della ragion ſuffizente. Tengaſi dunque per infallibile, che il noſtro intelletto colle ſue frequentiſſime preciſioni, ed aſtrazioni va appunto in traccia dell'indiſcernevole, e che queſta è l'unica ſtrada per internarſi nelle ſegrete operazioni della Natura; imperciocchè col troppo particolarizzare tutto ſi abbraccia, e nulla ſi ſtrigne. Conchiudo, che il principio degl'indiſcernibili deeſi abbandonare a' metafiſici; acciocchè alle moltiſſime di ſimil paſta aggiungano una novella controverſia, da non isbrigarſene mai. Nelle diſcipline dimoſtrative, e nella ſcienza fiſica o pura, o miſta il principio è inutile, pregiudiziale, e direttamente contrario al vero, e legittimo metodo di filoſofare.

CAPITOLO DUODECIMO.

Della Semplicità.

I.

TRattenutomi quanto baſta ſu i fondamentali Aſſiomi della Fiſica, e dimoſtratane l'evidenza, e l'eſtenſione, indi eſaminati alcuni principj Nevvtoniani, e Leibniziani, richiede il buon ordine, ch'io prenda per mano alquanti altri principj generali, che per non poggiare ad un pari grado di certezza, ſi debbono appellare ambigui, ſiccome quelli, che ci ſanno egualmente ſcorta alla verità, ed all'errore. Quattro io ne conto di principali, cioè a dire la ſemplicità, la ſcelta dell'ottimo, l'uniformità, e la probabilità, i quali non contenendo in ſe ſteſſi tutto ciò, che ſi ricerca per dedurre una rigoroſa dimoſtrazione, vanno a terminare in qualche ragionevole conghiettura, che tanto più al vero ſi accoſta, quanto che le propoſte univerſali nozioni ſi maneggiano con maggiore circoſpezione. Vengono eziandio bene ſpeſſo ad uſo, mentre ſi tratta di ſatisfare alle difficoltà, che contro le noſtre ſentenze ſi adducono; concioſſiachè per iſtabilire la verità d'una propoſizione ci vogliono prove dirette, e convincenti; ma per riſpondere alle oppoſizioni, baſta frequentemente allegare una eccezione probabile, e tal volta una non ripugnanza. In tal guiſa ſi ſono adoperati i Matematici, facendoſi a ſciogliere i cavilli dei Settici, e particolarmente di Seſto Empirico contro i principj infallibili della Geometria.

II.

Comincio dalla ſemplicità, ed oſſervo, che due vecchj Adagj corrono per la bocca degli uomini, vale a dire, che non ſi dee fare col più quello, che ugualmente bene ſi può fare col meno, e che Dio, e la Natura non ope-

operano mai indarno: dalle quali anticipazioni legittimamente inferisco; che nelle menti umane si va con l'uso della ragione appoco appoco imprimendo l'idea se non altro confusa dell'ordine, e della semplicità, che col tempo si sviluppa, si estende, e fassi di giorno in giorno più limpida, e più perfetta. Quindi si ammirano quegli Artefici, che con ordigni facili, e di spedita costruzione le loro opere a fine riducono, e le manifatture tanto maggiormente si apprezzano, quanto che alla bellezza del lavoro si accoppia la felicità della esecuzione. Nelle scienze poi al pari delle nuove scoperte si stima la felicità del metodo, e la semplicità della dimostrazione. I primi Inventori sogliono camminare per sentieri obbliqui, e malagevoli: e sebbene è sempre lodevole il dar alla luce una verità, qualunque mezzo s'adoperi in manifestarla; con tutto ciò meritano egual encomio coloro, che le speculazioni altrui si studiano d'abbellire, e rendendole più piane, e più coerenti, alla comune intelligenza le adattano. I Geometri Greci in cercando la proporzione fra il retto, ed il curvo, procedevano col metodo di escludere per una parte l'eccesso, e per l'altra il difetto: il qual progresso alle volte era talmente oscuro, ed imbarazzato, che il Vieta, a cui dell'Analisi spezïosa siam debitori, non intendendo Archimede quando c'insegna a condurre la tangente al primo punto della sua spirale, lo accusava indebitamente di paralogismo. Al vecchio è succesSo il metodo degl'indivisibili del Galileo coltivato da' suoi Discepoli, e spezialmente dal Cavalieri, indi quello del centro di gravità indicato, e promosso dal Gesuita Guldino, poscia le progressioni del Vallis e finalmente il calcolo degl'infinitesimi del Leibnizio: passi tutti e quattro l'un dopo l'altro, che portando la cosa a maggiore facilità, hanno ampliati i confini dell'umano sapere.

E se così è, chi può mettere in dubbio, che Dio Ottimo Massimo, in cui all'infinito potere una sapienza infinita s'accoppia, nel fabbricare il mondo non siasi servito di regole semplicissime? In quel poco, che da noi s'intende intorno la struttura dell'Universo, apparisce un ordine, una semplicità, un'armonia, che disponendo il tutto relativamente alle parti, e le parti riguardo al tutto in numero, peso, e misura, ci fa comprendere, che il totale magistero della grand'Opera supera di lunga mano la nostra capacità, e può solamente essere esaurito dalla infinita intelligenza del suo Creatore. In ordine a ciò diceva il Galileo, conforme altrove ho notato, che la Fisica è una Scienza tanto sublime, che solo Iddio la sa tutta, e gli uomini ne sanno una picciolissima parte.

III.

Il dottissimo P. Malebranche scrittore del famoso libro intitolato la Ricerca della Verità si è talmente invaghito del principio della semplicità, che sopra di esso ha fondate le sue più sottili meditazioni. Si è dato egli a credere, che l'Autore della Natura mettendo mano alla costruzione del Mondo, e pigliandone la norma dalle sue semplicissime idee, abbia prediletto il Sistema semplice a confronto dei più composti, e che da ciò sia nato aver lui tollerati nel suo lavoro in grazia della semplicità dei disordi-

dini, e delle imperfezioni. Il male fiſico, ſe pur merita un tal nome, è uno ſcoglio della Filoſofia, riputando alcuni, che ſe la noſtra coſtituzione di coſe ne andaſſe eſente, ceſſarebbono i lamenti di coloro, i quali tutto dì declamano, che tali diſetti mal s'accordano colla Bontà, col Sapere, e colla Poſſanza d'un Ente infinito. Il citato Scrittore profeſſa, che i menzionati mali ſieno conſeguenze inevitabili della ipoteſi, in cui predomina la legge della ſemplicità; perchè volendo Iddio toglier di mezzo tutte le imperfezioni, avrebbe dovuto valerſi di regole aſſai più compoſte, colle quali riducendoſi a ſtato migliore le coſe in particolare, ſi ſarebbe di gran lunga peggiorata l'armonia generale dell'Univerſo. Per la qual cauſa non abbiamo a ſtupirci, che ſi veggano frequenti i moſtri, e gli aborti, e che gli animali alle malattie, ed alla morte ſieno ſoggetti, e così vadaſi diſcorrendo intorno gli altri preteſi inconvenienti del noſtro Siſtema.

Non preſumo decidere ſe il Metafiſico Franceſe abbia toccato il punto, e ſciolta intieramente l'oppoſizione. Pare a me (per dire alquante parole ſulla preſente materia) ch'eſſendo i mali fiſici relativi, e non aſſoluti, e dipendendo tutti e quanti ſono dal gran principio delle azioni e delle reazioni, eſcluſo il quale non ſi dà fra le creature uno ſcambievole commerzio; ne naſca di conſeguenza, che all'operare corriſponda il patire, e che i diſordini allegati non poſſono appellarſi tali, ſe non ſe per rapporto a quell'Individuo, che ſia dotato di ſenſo, ed a cui arrechino un particolar nocumento. S'io con un colpo di martello rompo in pezzi una pietra inſenſibile, lo ſtritolamento, che ne altera lo ſtato, non ſi conta già fra gl'inconvenienti della Natura, anzi, ſe nella mia operazione un qualche fine mi propongo, bramo, che la percoſſa ottenga il ſuo effetto. Per qual titolo dunque pretendo, che ſi metta una eccettuazione alla legge univerſale, ogni qual volta la forza agente s'impiega contro un corpo animato capace d'una moleſta ſenſazione? Forſe ſi deſidera, che in ſimili incontri ſi ſoſpenda la comunicazione del moto, e che ſcemata l'energia dell'urto, ſi minori del pari la reſiſtenza, onde ſi annichili a miſura del biſogno una porzione di forza viva, ovvero ſi ſconvolga da capo a fondo la debita analogia fra la cagione, e l'effetto? Se il ſaſſo di ſentimento foſſe guarnito, non potrebb'egli richiedere altrettanto? e con ciò tolta di mezzo qualunque azione, e reazione, ſi diſtruggerebbe l'economia, e la varietà della Natura, e la materia inerte, ed ozioſa priva di forza, e di moto ſi troverebbe coſtituita in una eterna ed immutabil quiete. Coſtoro dunque non ſanno coſa ſi vogliono, mentre vorrebbono obbligar Dio ad operare a loro ſenno ora colle regole generali, ed ora colle particolari; concioſſiachè dovrebbono almeno accorgerſi, che ſconvolgono l'ordine, e la ſimmetria del Mondo, che disfatta l'unità del Siſtema, in iſcambio d'un ſolo immumerabili ne introducono, e che attribuiſcono all'Autore della Natura una ſerie di volontà mal diſpoſte, e peggio coerenti, onde ciò che precede, non ha punto che fare con quel che ſeguita.

IV.

Ritorno in ſentiero, e dico, che ammeſſo il principio della ſemplicità, il quale dia norma ai lavori della Natura; non pertanto ſarà così agevole, quanto altri anno penſato, il rintracciarne le regole. Io per me credo, che ſiamo ſempre da capo, e che certe belle maſſime, che appagano l'intelletto propoſte in univerſale, rieſcano poi ſcarſe e mancanti, quando al particolare s'adattano. Tale ſi è l'idea della ſemplicità, che a prima viſta molto promette, ed in progreſſo attende pochiſſimo; perchè appena ſi troverà eſempio, che un Fiſico dietro la ſua ſcorta abbia intrapreſo di ſpiegare un qualche fenomeno, e non ſia caduto in paralogiſmo. Più volte ho ſentito raccontare, che un perito Artefice aveva inventata una via corta, e ſpedita per ridurre le ſue manifatture a compimento: e ſiccome la curioſità porta, parecchi Valentuomini d'acuto ingegno, ed anche dello ſteſſo meſtiere ſi mettevano in puntiglio d'indovinarne l'artifizio. Chi proponeva un modo, e chi un altro, e fra tanta diſcrepanza di pareri, tutti dal vero per differenti ſtrade andavan lontani. Ora ſe le Arti anno i loro ripoſtigli, ed in sì picciole coſe, che pur ſono ritrovate umane, i noſtri diſcorſi ſi perdono, nè ben ſi diſcerne il più ſemplice dal più compoſto; coſa ſarà ogni qual volta la mente oſa alzarſi a contemplare le fatture uſcite dal profondo d'una Sapienza infinita? Poſſiamo mai luſingarci, che la nozione imperfettiſſima di ſemplicità, che in noi riſiede, a tanto ſi eſtenda, maſſimamente dappoichè ci ha ammoniti il celebre gran Cancellier d'Inghilterra Verulamio, che l'uomo ſopra tutto ſi guardi di farſi la miſura dell'Univerſo?

V.

Qui viene a propoſito una importante rifleſsione, ed è, che non avendoſi mai a confondere il relativo coll'aſſoluto, l'idea della ſemplicità va ripoſta fra quelle, che dinotano relazione; e conſiſte in un rapporto trai mezzi, che s'adoprano, ed il fine, che di conſeguir ſi pretende. Speſſe fiate il meccaniſmo, che ſarà ſempliciſſimo riſpetto ad una ſtruttura compoſta, riuſcirà oltre ogni credere complicato riguardo ad un'altra aſſai ſemplice. Per vincere la reſiſtenza d'un peſo mediocre, baſterà una ſola leva ben maneggiata: laddove per drizzare le Guglie nella Piazza di S. Pietro di Roma ha dovuto l'Ingegnere ſervirſi d'un maraviglioſo apparato di macchine. Non ſi condanni pertanto il modo d'operare ſiccome contrario alla ſemplicità, ſe prima non ſi dimoſtra, che ſi è fatto uſo del ſoverchio, e che con molto maggiore facilità ſi poteva ottenere l'intento. Gli uomini, che non anno in teſta l'eſatta miſura della ſemplicità, e che ſono tanto più valenti, quanto meno ſe ne allontanano, ſi comporteranno aſſai meglio peccando piuttoſto nell'eccesſo, che nel difetto, e l'Architettura ce ne ſuggeriſce gli eſempj; mentre avendoſi ad ergere un edifizio, il quale cogli anni contraſti, torna in acconcio, che la robuſtezza delle pile ſuperi alquanto lo ſforzo delle volte, e degli archi, che premendo di fianco, tentano

tano inceſſantemente di ſpingere fuori della linea del piombo i ſoſtegni; altrimenti ſuccedono di quelle impenſate rovine, che vituperano l'arte, e l'Artefice. Non così procede la Natura, a cui eſſendo noti i giuſti equilibrj, non manca mai nel neceſſario, e non impiega indarno il ſuperfluo; per la qual coſa infiniti ſono il gradi della ſemplicità proporzionati ai varj diſegni ora più compoſti, ed ora più ſemplici: nè ſperi l'intelletto umano di prevenir mai la Natura medeſima, e di comprendere anticipatamente il ſuo magiſtero; concioſſiachè non ſa quanti elementi entrino nella produzione d'un effetto, e molto meno come ſi accoppino, e in qual maniera ſi diſtribuiſcan le forze, e come ſi temperino le azioni, e le reazioni. Aveva ragione di aſſerire il Galileo altra eſſere la ſemplicità inteſa dalla Natura, ed altra quella, che intendiam noi, ed in prova del ſuo detto rapportava alcuni eſempj, ai quali mi ſia lecito di ſoſtituirne uno, che mi ſembra più deciſivo.

VI.

Tra tutte le curve non c'è la più ſemplice della circolare, e tra tutti i moti dell'uniforme. Stabiliti dagli antichi Aſtronomi queſti due canoni di ſemplicità, anno per mezzo d'eſſi tentato di ridurre a calcolo le rivoluzioni delle Stelle, e dei Pianeti. Si ſono pertanto immaginati, che i gran corpi celeſti giraſſero con velocità equabili per diverſe periferie di cerchio più ampie, e più riſtrette, ſecondo la varia loro diſtanza dal centro, ch'era lo ſteſſo con quello della noſtra terra, la quale ripoſava immobile nel più baſſo ſito del Mondo. Queſta ſi è la decantata ipoteſi degli Omocentrici inſinuata da Ipparco, e ſoſtenuta da Ariſtotele, che ſi è compiaciuto d'adornarla con parecchie fiſiche ſtravaganze; deducendo egli dal moto uniforme, e circolare eſſere la materia dei cieli una quinta ſoſtanza ſolida ed incorruttibile, e condannando il primo Motore, e le Intelligenze a volgere in giro le moli immenſe del primo Mobile, e delle ſfere inferiori. Ma coloro, che più di propoſito alle oſſervazioni attendevano, ſi ſono accorti, che la premeſſa poſizione per una parte mal corriſpondeva ai fenomeni, e perſuaſi per l'altra, che ſalva la ſemplicità della Natura, non ſi poteſſero in conto alcuno alterare i due menzionati canoni; è una maraviglia a quanti partiti ſi ſiano appigliati. Anno delineato nei cieli un laberinto di circoli, aſſegnando a ciaſcun pianeta la ſua carriera compoſta di Eccentrici, di Epicicli, di Equanti, di Deferenti, e che ſo io: con che abbandonavano il principio della ſemplicità nel tempo ſteſſo, che facevano ogni ſforzo per conſervarlo. Il peggio ſi è, che ſe la coſtruzione d'un Aſtronomo non ſi accordava colle apparenze, ſuccedeva il ſecondo, che ne lavorava un'altra appoggiata a i medeſimi pregiudizj, e così di mano in mano; laonde ognuno ſi fabbricava il ſuo cielo, e diſtruggeva l'altrui: ſtimando tutti concordemente di non diſcoſtarſi dai precetti dell'Arte, qualunque volta aggiungevano circoli a circoli, e ſi credevano di mantenere illeſo il moto uniforme. Sebbene computati almanco proſſimamente i veri viaggi dei Pianeti, naſcono curve tanto ſtrane, che ſono ignote fino ai

Geometri, ed il Sole, che non è dei più contumaci, viene astretto a descrivere un'anguinea, di cui si vede il capriccioso andamento negli Atti della Reale Accademia di Francia.

VII.

Ed ecco la semplicità, che intendiam noi; passiamo a quella intesa dalla Natura, di cui le novelle scoperte fatte nel celeste Sistema mi danno modo di ragionar francamente. Prima d'ogni altro il Keplero postosi sulle osservazioni di Ticone a delineare organicamente l'orbita di Marte, Pianeta, che per non essere perturbato dal corteggio dei Satelliti, cammina con esatta regolarità, si vide a comparir sotto gli occhi un'Ellissi Apolloniana, in uno dei fochi della qual curva, e non già nel centro era situato il Sole. Intorno ad esso compie le sue rivoluzioni il Pianeta con questa legge, che i tempi parziali e totali serbano costantemente la proporzione, che si ravvisa fra le aree descritte dal raggio vettore, il quale parte dal centro Solare, e termina nella periferia elittica. Appresso paragonati insieme i giri di tutti i Pianeti primarj, scoprì quel famoso canone, che da lui pigliò il nome, per cui sappiamo, che i tempi periodici sono in ragione sesquiplicata delle respettive medie lontananze dal Sole. Ma dappoichè Cristiano Ughenio ha pubblicata la sua Teorica delle forze centrali, il Cavalier Newton movendo un altro passo, ha dimostrato, che le forze stesse, le quali trattengono i Pianeti nelle loro Ellissi, sono reciprocamente proporzionali al quadrato delle distanze. Dalle tre leggi, che la Natura a se medesima prescrive, e che scambievolmente si danno mano, io ne ricavo una quarta, ed è, che facendo girare ad arbitrio i Pianeti per qualunque curva, che in se stessa ritorni, a cagion d'esempio per tanti circoli eccentrici, o per tante Ellissi Cassiniane, si muterà bensì la forza centripeta; ma ciò non ostante potrò regolare le cose in maniera, che stia fermo il canone Kepleriano dei tempi periodici. E per ottenerlo fa di mestieri, che ad ogni Pianeta io assegni una scala particolare d'impressioni acceleranti dirette ad un centro comune: laddove nella presente costituzione del cielo una sola scala di forze centrali, cioè una iperbole solida, che comincia nel centro del Sole, e all'infinito si stende, basta per tutti i Pianeti, e per così esprimermi, con una sola, e semplice molla modera la Natura il corso di tutti que' vasti corpi, che il nostro Sistema compongono. Adesso col contemplare assiduamente la grand'Opera, ne trasparisce alla mente umana un qualche fievole barlume, ed impariamo di quale semplicità siasi servito il divino Architetto. Senza consultare i fenomeni, e senza il soccorso della più sublime Geometria chi si sarebbe avvisato, dove la cosa andasse a riuscire?

VIII.

Non occorre dunque fingersi una semplicità alla nostra foggia, e dietro la scorta delle nostre ristrette idee. Prendasi per maestra la Natura, ed osser-

ſſervando il progreſſo delle ſue operazioni, ed interrogandola bene ſpeſſo col ripetere gli eſperimenti; accaderà, ch' ella qualche fiata corteſemente ci riſponda, e ci manifeſti le regole legittime della ſemplicità. Compreſo una volta almeno in parte il ſuo metodo, ci verrà fatto d' applicarlo ad altre diverſe materie; perchè una verità è talmente feconda, che moltiſſime in ſerie ne partoriſce. A queſto paſſo io rifletto, che non biſogna mai oſtinarſi di preſcegliere una ſola legge, ſiccome la più ſemplice; concioſſiachè accoppiandoſene per lo più parecchie nella generazione d' un qualche effetto, frequentemente interviene, o che la ſempliciſſima rende le compagne oltre modo compoſte, ovvero che la loro unione vada a finire nell' aſſurdo, e nell' impoſſibile. Penſava Tolomeo, che le velocità di due differenti Pianeti foſſero in ragione inverſa delle loro lontananze dal comun centro: ma i Geometri ſanno quali ſtrane illazioni porti ſeco queſta ipoteſi in apparenza sì ſemplice. A taluno parerà complicata la regola del Keplero, che i quadrati dei tempi periodici ſieno, come i cubi delle diſtanze. Se ne ſoſtituiſca una creduta più elegante, e facciaſi, che tutti i Pianeti compiano in tempi eguali le loro rivoluzioni. Naſcerà di conſeguenza, che le orbite ſieno o circolari, o Ellittiche, e che circondino il Sole collocato nel loro centro. Sin quì cammina ottimamente la faccenda: ma quando ſi tratta di determinare la curva delle forze centripete, per cui i corpi celeſti a non deviare dalle ſuddette orbite ſono obbligati, ſi trova eſſere queſta un angolo rettilineo con l' apice nel centro del Sole, e con i due rami infinitamente prolungati. Dalle ordinate dunque al triangolo proporzionali alle reſpettive diſtanze vengono eſpreſſe le forze continuamente applicate, che ſpingono verſo il Sole i Pianeti, le quali con un fiſico inconveniente creſcono invece di calare, all' aumentarſi della lontananza, e fanno in maniera, che l' effetto ſia tanto più vigoroſo, quanto più l' energia della cagione s' indebolisce.

IX.

Mi ſovviene, che trovandomi per avventura in un congreſſo di Uomini dotti, che intorno il principio della ſemplicità acutamente ſi ſtavano diſputando, mentre l' Opera del citato P. Malebranche correva con ſommo credito per tutta l' Europa, per far loro toccar con mano, quanto ſia corta l' umana cognizione in sì fatte ricerche, propoſi il ſeguente curioſo Problema. Voglia Iddio, che un grave collocato ſulla cima d' una torre vada a ferire uno ſcopo alquanti paſſi lontano dal piede della torre medeſma; chieggio per quale ſtrada condurrà egli il corpo peſante, operando colla maggiore ſemplicità? Molti ſenza eſitazione ſi dichiararono a favore della linea retta, allegando, ch' era la più corta, che poteſſe tirarſi da punto a punto: ma alcuni Geometri preferivano la curva cicloidale, per cui il mobile compie il ſuo viaggio in tempo breviſſimo. Varie ragioni furono dette, e ridette ſul punto principale della quiſtione, ſe la ſemplicità aveſſe a prender norma o dallo ſpazio, o dal tempo, ed io laſciando la lite indeciſa ſoggiunſi, che mentre in un caſo tanto ſemplice nulla ſi conchiude-

va, e ciaſcheduno alla propria opinione tenacemente aderiva; doveaſi dimandar alla Natura lo ſcioglimento della difficoltà, ed intanto far uſo della idea della ſemplicità con cautela, e con diſcrezione.

Ed in vero s'io pongo mente ad alcune operazioni della Natura, parmi ch'eſſa tenga poco conto della brevità dello ſpazio, e molto di quella del tempo. Dividendoſi un Fiume in più rami prima di metter foce nel Mare, la maggior chiamata delle acque non ſi fa già dalla parte, dove è più corto il viaggio, e manco tortuoſa la linea del corſo, e conſeguentemente minori le reſiſtenze; ma bensì dall'altra, dove eſſendo per ſorta l'alveo più profondo, più groſſo il corpo dell'acqua, e più celere la corrente, in tempo più breve ſuccede lo ſcarico, non oſtante la parità del declive, e la maggior lunghezza della ſtrada. L'eſperienze fatte ſul fiume Adige ci anno data una prova manifeſta di tale importante verità Idroſtatica, allora quando per liberarlo da una lunga ſvolta, che ne ritardava il moto, ſi è eſeguito il gran taglio alla Torre nuova, tirando l'alveo a filo, e notabilmente accorciandolo. Si ſtimava di derivar con tal mezzo per la maggior parte le acque ſolite a ſcorrere abbondantemente per il Canal di Loreo, e pure il ſucceſſo non ha corriſpoſto all'aſpettazione; concioſſiachè invitate eſſe dal cupo letto, che ſerviva nei tempi andati al Po di Levante, ricuſavano d'incamminarſi per la ſtrada recentemente aperta, ſin a tanto che a forza di paliſitte ſono ſtate coſtrette contro il loro genio ad imparare la novella direzione.

Un altro riſcontro, che la Natura piglia norma d'operare ſemplicemente piuttoſto dal tempo, che dallo ſpazio, me ne ſomminiſtrano le rifrazioni del lume. Ma ſu queſto punto tante controverſie ſi agitano tra i Profeſſori della Diottica, che oltre il dovere mi dilungherei dal mio iſtituto, mentre mi aſſumeſſi il carico di ſviluppar la materia. A più opportuna congiuntura io ne rimetto la diſcuſſione, ed intanto ſo avvertiti i Lettori, che nei due addotti eſempj, ed in altri, che addurre ſi potrebbono, la Natura non dirigge la ſua principale intenzione all'oſſervanza del canone concernente la maggior brevità del tempo. Eſſo ſecondo il mio parere, è un corollario naſcente dalle leggi meccaniche, che nel producimento di parecchi effetti vengono ad uſo, e non dee mai prenderſi per cauſa vera, e legittima, ma piuttoſto ſiccome ſegno, e talvolta equivoco, che le naturali operazioni accompagna. Voglio inferire, che accaderà bene ſpeſſo, che la Natura nel tempo più corto il ſuo fine conſeguiſca; ma non pertanto queſta circoſtanza c'inſegna l'artifizio impiegato per ottenere l'effetto: ſulla quale al più fondar ſi può una indiretta dimoſtrazione, di cui abbiamo poco a fidarci, quando per ſoſtenerla altre prove di maggior nerbo non ci concorrono.

CAPITOLO DECIMOTERZO

Della ſcelta dell' Ottimo.

I.

OGni qual volta ſi diſpone Iddio di creare un Mondo, non potendo ſenza incorrere nella maſſima delle contraddizioni produrre un Ente uguale a ſe ſteſſo; egli è neceſſario, che ogni creatura riſpetto a Lui ſi computi quaſi per nulla, e faccia figura, ſe così mi è conceſſo d'eſprimermi, d'un punto poſto al paragone d'una grandezza infinitamente infinita. Non dobbiamo dunque ſtupirci, che le coſe ſieno fornite d' un grado limitato di perfezione, che in eſſe ſi rinvenga il bene miſto col male, e che non vadano eſenti da que' diſordini, intorno i quali tutto giorno acremente ſi diſputa. Queſt' avvertenza è ſola baſtante a fare, che ſvaniſcano le dubbietà; imperciocchè ſe ſi pretende, che Dio partecipi alle ſue fatture una perfezione traſcendente eſcluſo qualunque difetto; ſi chiede l' impoſſibile: ſe poi ſi vuole, ch' egli per ſoverchia delicatezza s'aſtenga dal produrre coſe d'imperfezione capaci; ſi deſidera fuori di Lui un mero nulla, e conſeguentemente una imperfezione, di cui non ſi può concepir la maggiore; eſſendoci tra l'eſſere, ed il non eſſere una ſtermmata diſtanza.

All'incontro non ci ſarà intelletto alcuno così lontano dal buon ſenſo, il quale non accetti ſiccome un primo principio, che Dio dotato d'una infinita Sapienza dà alle ſue Opere quella maggior perfezione, che ad eſſe può convenire, e che nell'Univerſo da Lui fabbricato, atteſi i fini, e le circoſtanze, ci ſi ravviſa l'elezione dell'ottimo. Sarebbe una ſtravaganza, che l'Uomo, cui non manca almeno nelle coſe più ſemplici l'idea dell'ottimo, aveſſe a rimproverare al Supremo Artefice, che il tal prodotto in miglior maniera far ſi poteſſe; nè dovrebbe accuſarſi di temerità il Re Alfonſo, qualora diceva, che ſe foſſe ſtato preſente alla coſtruzione della gran mole, ne avrebbe emendati i difetti, e ſuggeritane una miglior ſimmetria. Non ſi accorgeva il Reale Aſtronomo, che in contemplando la ſtruttura del Mondo, aveva ſotto gli occhi la immaginata, e deſcritta da Tolomeo, e non già quella, che dalla Divina Onnipotenza era uſcita; e perciò a Dio attribuiva empiamente gli errori dell'Uomo.

Ma ſe le due premeſſe propoſizioni ſono egualmente certe, e l' una all'altra non fa contraſto, il modo di conciliarle mi porta ad una perpleſsa, e ſottile diſcuſſione, cioè a dire quando, ed in quali congiunture abbia, o non abbia luogo la ſcelta dell'ottimo. L'acutiſſimo Leibnizio fattoſi a conſiderare la ſerie dei Mondi poſſibili, ſe l'ha poſta innanzi la fantaſia a guiſa d'una piramide, che per un verſo termina in punta, e per l'altro ſi dilata all'infinito. L'Univerſo, in cui viviamo, ſecondo la ſentenza del citato Scrittore, e de' ſuoi Settarj ci viene rappreſentato dall'apice del ſolido, e dalle

baſi

basi senza fine crescenti que' sistemi di cose sempre più imperfetti, ne' quali non ha posto mano la Divina Possanza. E se fra gl' infiniti Mondi unico si è quello, che vince tutti gli altri in perfezione, e di cui Dio non sa concepirne, e non può crearne un migliore; ogni ragion vuole, che l'abbia preferito a qualunque altro meno perfetto. Così richiedeva la sua Onnipotenza impiegata a produrre il massimo possibile effetto: così la sua Sapienza intesa nel lavoro dell'Opera più compiuta: e così la sua Bontà occupata a caver fuori il massimo aggregato dei beni, ed il minimo dei mali.

II.

Con pace di questo grand'Uomo in tal guisa vengono a limitarsi i Divini Attributi, i quali per essere di lor natura infiniti, non si ristringono dentro i confini dell' nostro Universo. Bisognava dimostrare evidentemente, che una finita, e nel tempo stesso perfettissima costituzione di cose è possibile, e ch' essa prescrive il termine, oltre cui il Potere, la Sapienza, e la Bontà d'un Ente infinito non può trascorrere; di modo che il crearne una più perfetta importa contraddizione. L'addurre per tutta prova, che il presente stato è l'ottimo, perchè Dio ad ogni altro l'ha anteposto; è lo stesso, che supporre siccome vera un' asserzione, di cui ragionevolmente si dubita, ed incorrere in una manifesta petizion di principio. Prendo il sistema, che in fatto esiste, siccome misura comune di tutti gli altri possibili, e calcando le vestigia dell' Autore Tedesco, me ne fingo alquanti per metà, o per una data parte meno perfetti, senza mai giugnere al termine dell'ultima imperfezione. Ora per qual motivo mi è vietato d' istituire l'analogia, come uno di questi Mondi al nostro; così il nostro ad un terzo dotato d'una doppia, o tripla perfezione? E se non mi è concesso di segnare per un verso come fondamento della mia proporzione la pessima ipotesi, per la stessa ragione mi viene interdetto di determinar l'ottima. La sentenza comunemente abbracciata, che per doppia strada all' infinito ci guida, fa comprendere alla nostra mente in che consista l'infinita Libertà del Creatore, la quale se non viene affatto estinta, tanto però si snerva dal Leibnizio, che poco ci vuole, ch'egli non aderisca all'opinione d' Abailardo; conciossiachè ritorna al medesimo lo stabilire i limiti o alla Potenza, o alla Sapienza Divina, ed il dire, o che Dio ha fatto quanto ha potuto, o pure quanto ha saputo. Quantunque ripugni un sistema tale, di cui dar non se ne possa un migliore; non ostante ciò risiede in Dio una forza tanto efficace, che sola è atta a vincere la indifferenza di tutti i Mondi possibili, ognuno de' quali o siasi più, o manco perfetto, per uscire dal non essere all'essere con una pari obbedienza altro non aspetta, fuorchè il cenno d'una infinita libera volontà. Io quanto a me conchiuderei essere arbitraria in Dio l'elezione delle Creature, ch'egli destina d'estrarre dall' abisso della sua Onnipotenza, che fatta una volta la scelta, è uffizio della sua Sapienza, e Bontà l'ordinarle nella maniera migliore: ma che non si debbe pertanto inferire aver Lui prodotto il Mondo perfettissimo, onde darsi non possa un genere diverso di cose totalmente dal nostro concepimento rimote, alle

quali

quali convenga una combinazione di quella, che attualmente ſuſſiſte aſſai più perfetta, e così di mano in mano all'infinito.

III.

La Dottrina da me propoſta tira con ſeco alcuni corollarj. E primieramente ſtimo ſuperfluo l'avvertire, che dove ha luogo una preciſa neceſſità, invano ſi cerca il migliore; avvegnachè l'elezione debb'eſſere libera, e ſciolta dai legami del neceſſario, e dell'inevitabile. I Teoremi dell'Analiſi, dell'Aritmetica, e della Geometria s'appoggiano ad una verità sì rigoroſa, e metafiſica, e ſono talmente immutabili, che ricuſano d'eſſere in qualſivoglia maniera alterati, ſenza che ſi dia di petto nella contraddizione. E ſe le leggi della comunicazione del moto, e delle forze vive dall'eſſenza della materia, cioè dall'eſtenſione, e dalla impenetrabilità immediatamente dipendono, conforme farò a ſuo tempo vedere; non occorre, che più oltre ſi affatichino i Leibniziani nello ſpacciarle ſiccome leggi di ſcelta, e di convenienza.

Secondariamente io dico, che la prerogativa dell'ottimo non conviene alle coſe conſiderate in ſe ſteſſe, le quali ponno per un verſo aumentarſi all'infinito, e per l'altro infinitamente diminuirſi. L'aſſioma è così chiaro, che non ſo come ſia venuto in mente al Leibnizio di limitarlo colla premeſſa eccezione. Abbiaſi un pezzo di materia coſtituita in quiete, e deliberi Dio di metterlo in moto. Quand'Egli altro fine non ſi prefigga, non capiſco, che ci ſia maggior perfezione lo ſcegliere l'una, piuttoſto che l'altra fra le innumerabili direzioni. Appreſſo non intendo, qualmente poſſa imprimerſi al mobile l'ottima celerità. Poſto che ci foſſe un grado di movimento, di cui non poteſſe darſi il più preſto; mi laſcierei perſuadere, che il corpo in acquiſtandolo arrivaſſe all'ottimo ſtato in genere di velocità. Ma ſe ciò ripugna alla natura delle coſe quante, che ſempre ammettono il più ed il meno; è manifeſto, che camminando il corpo o celere, o lento, non può mai per queſta ſtrada giugnere al colmo della perfezione. In terzo luogo alla materia competono certe proprietà, che da eſſa ſenza diſtruggerla rimovere non ſi poſſono. Una delle principali ſi è la ſua diviſibilità all'infinito, per cui è inimmaginabile un atomo corporeo ridotto all'ultima diviſione. Non ſi creda pertanto, che dianſi in Natura, o che almeno ſieno poſſibili linee, ſuperfizie, e ſolidi nel loro genere perfettiſſimi. Quantunque i Geometri concepiſcano il punto ſiccome una minima grandezza; ſi guardano però di confonderlo con quei di Zenone, e lo aſſumono bensì indiviſibile, ma ſolo relativamente, in quanto cioè fa figura di ſemplice ſegno, ed alla linea, che dal ſuo moto ſi genera, ha una proporzione minore di qualſivoglia data. Dicaſi lo ſteſſo della linea riſpetto alla ſuperfizie, e di queſta riguardo al ſolido: e per favellare con maggiore accuratezza dietro la ſcorta del Cavalier Newton, ſi conſiderino le quantità elementari non come determinate, ma come fluenti, onde in uno ſtato fermo mai non perſiſtano, e vadanſi ſempre più all'infinito eſtenuando. Gli antichi Filoſofi Stoici anno beniſſimo capita una tal verità, e ſpiegarla ſolevano colla ſeguente appropiata ſimilitu-

tudine. Se a perito Maeſtro una rozza pietra io conſegno, perchè me ne formi una colonna; pretenderò con ragione, che la lavori giuſta le regole dell'Architettura, ma non mai che le dia quel pulimento, e quel luſtro, che ſarebbe atto a ricevere un fino marmo orientale. Così l'Autore delle coſe in maneggiando la materia, quantunque da Lui creata, ci darà un ſaggio del ſuo infinito ſapere diſponendola, ed organizzandola nella migliore maniera; ma non pertanto potrà togliere ad eſſa le imperfezioni, che dalla ſua eſſenza derivano. E mentre a cagion d'eſemplo ripugna, che ſi faccia una sfera, la quale tocchi il piano in un punto indiviſibile; la colpa non cade già ſull'Arte, nè ſull'Artefice, ma bensì ſulla contumacia della materia, che nol conſente.

IV.

Inferiſco, che l'ottimo aſſoluto ſuori di Dio è impoſſibile, e che il relativo, di cui ſolamente le creature ſono capaci, con un doppio rapporto prende di mira e la materia, di cui ſi fa uſo, ed il fine inteſo nel variamente modificarla. Qui mi piglio la licenza di trattenermi ſulle invenzioni umane concernenti la ſcelta dell'ottimo; concioſſiachè a giuſto titolo appartiene al Sommo Facitore queſta inſigne prerogativa, che alle menti finite in qualche modo da Lui ſi partecipa. Con mirabile avvedimento le Arti ſi eleggono certe particolari materie più delle altre ai loro diſegni appropriate. O ſi prendano ad impreſtito dalla Natura, o ſi preparino a miſura delle occorrenze, ovvero dalla miſtione di quelle, che abbiamo alle mani, nuovi producimenti ſi formino; in tutti e tre gl'incontri ſpicca la ſagacità degli Artefici. Al ferro per mezzo delle diverſe tempere s'accreſce la durezza, e ſi converte in acciajo, del quale non c'è forſe meſtiere, che non ſe ne ſerva; laonde avean ragione di anteporlo all'oro gli Americani, in veggendo quanto foſſero manche le loro manifatture; poichè in iſcambio d'eſſo erano obbligati a valerſi o delle ſpine dei peſci, o del legno al fuoco indurito. L'ottone è un miſto di rame, e d'un mezzo minerale di color aureo, ritrovato dagli Alchimiſti per ornamento delle domeſtiche ſuppellettili. Ora chi ſi ſarebbe mai avviſato, ſe una lunga ſperienza non ci ammaſtraſſe, che ne' piccioli orologj aveſſero a formarſi le ruote d'ottone, ed i perni d'acciajo, onde colla ſcambievole fregatura meno ſi logoraſſero, e deſſero col loro accoppiamento alle maravigliose macchinette una più diuturna conſiſtenza? Troppo largo campo mi ſi aprirebbe, mentre voleſſi ſpaziare per il circuito dell'Arti moſtrando, che almeno fra le materie da noi conoſciute ſi mettono in opera le migliori, e le più adattate al fine, che di conſeguire ci proponiamo.

V.

Paſſerò alla ſcelta dell'ottimo dipendente dalla figura, dalla grandezza, dal moto, dalla proporzione delle parti, e dal combinamento delle circoſtanze. Per non deviare dal vero in una ricerca tanto importante e diffi-

ci-

tile, tre criterj mi ſi affacciano. Il primo è popolare, e ricavandoſi dalle comuni nozioni, e dalle prime idee delle coſe, non è maraviglia, che coloro i quali nelle Scienze più recondite il tempo non an conſumato, ſi formino nondimeno un diſtinto concetto dell'ottimo, quando maſſime colla ſemplicità s' accompagna. Ognuno, benchè zotico, ſa beniſſimo eſſere le figure rotonde attiſſime al moto, ed ai rivolgimenti, e le cubiche, o parallelepipede alla quiete, ed alla ſtabilità: nè ſi troverà chi alle carrozze, ed ai mulini metta le ruote triangolari, ovvero chi faccia lavorare le pietre ſferiche per ergere una muraglia. In oltre per tagliare, e per ſeparare le fibre intralciate de' corpi tegnenti fa d'uopo valerſi dei cunei, i quali quanto ſono più acuti, tanto ſono più penetranti, e così vadaſi diſcorrendo intorno l'elezione delle figure a differenti ufficj appropiate; atteſochè rare volte interviene, che in tale propoſito un qualche sbaglio ſi prenda, per eſſere troppo paleſe la corriſpondenza tra le figure più ſemplici e gli uſi migliori, a cui ſi deſtinano.

VI.

Il ſecondo criterio, che ci guida alla cognizione dell'ottimo, è ſcientifico, e conſiſte in applicare, quando ci vien fatto, ai caſi, che ci ſi offeriſcono, la dottrina degl' Iſoperimetri, ed il metodo dei Maſſimi, e dei Minimi, coi quali la Matematica porge ſoccorſo alla Fiſica. Gli ſtrani andamenti delle curve locali fanno tutto il giuoco; avvegnachè aſſunte le aſſiſſe ſiccome aritmeticamente creſcenti, le ordinate ci mettono ſotto gli occhi ora il maſſimo, ed ora il minimo, e talvolta amendue: ſe pure non ſiamo in quegl' incontri aſſai frequenti, nei quali nè l'uno, nè l'altro ci ſi ravviſa. Appreſſo accade, che ci ſia il maſſimo, o il minimo principale unito coi ſecondarj in quella ſorta di curve, che procedono ondeggiando, e chiamanſi anguinee: ma di sì fatte affezioni c' iſtruiſce abbaſtanza l'Analiſi Carteſiana, e molto più la Leibniziana. Intanto adattando alla Fiſica la Geometria, il maſſimo, ed il minimo diventano l'ottimo, ed il peſſimo, o al contrario, ſecondo l'intenzione, e le circoſtanze. E da vederſi principalmente a quale ſcopo ſia indiritta la mira; imperciocchè ſe ſi vuole la curva della preſtiſſima diſceſa d'un grave, che obbliquamente ſi porta da punto a punto; ovvero la figura d'un ſolido, che più ſpeditamente d'ogni altro s'apre la ſtrada a traverſo d'un mezzo fluido, ed incontri la minor poſſibile reſiſtenza; ſatisfacendo al primo caſo la Cicloide, conforme ho detto altrove, ed al ſecondo una ſpezie di curva traſcendente ſimile al carattere, per cui gli Aſtronomi dinotano il ſegno d'Ariete; egli è evidente, che nell'uno, e nell'altro fa di meſtieri ricorrere al minimo, che ci dà le migliori funzioni, e va d'accordo coll'ottimo. All'oppoſto abbiaſi a munire il palco d'una ſtanza con i correnti della maggior robuſtezza, ovvero a diſporre le picciole ale intorno ad una ruota di mulino ſotto quell'angolo, che ſia atto a ricevere dall'acqua fluente la più gagliarda impreſſione; è coſa chiara doverſi noi appigliare al maſſimo, il quale in sì fatti incontri determina l'ottimo effetto. Per tali ricerche ci preſta un grand' ajuto il famoſo

Problema degl' Iſoperimetri propoſto, e ſciolto dal celebre Jacopo Bernoulli, a cui s' aggiungano le belle viſte del Signor Giovanni di lui Fratello nel ſuo Trattato di maneggiare i vaſcelli, e tutte le altre curioſe ſcoperte fatte dai moderni Matematici, e che in avvenire ſi faranno; baſtandomi d'aver indicati i ſonti, onde poſſa il Fiſico derivare le verità, che ſolamente per queſta ſtrada ſi rendono dimoſtrabili.

Ben è certo, che ſpeſſe fiate l'ottimo ci ſparisce dinanzi gli occhi, ogni qual volta ſi diverſificano le circoſtanze. Ed appunto quì viene a feſta il ſolido poco fa menzionato della minima reſiſtenza, ſulla cui figura non ſi coſtruiſcono le navi; perchè ſebbene ſarebbono velociſſime in ſolcando il mare giuſta la direzione della ſpina; riuſcirebbero oltre modo lente, piegando a poggia, e ad orza, e perciò ſarebbe d'uopo inveſtigare una ſtruttura di vaſcello, che movendoſi con varie deviazioni dentro certi limiti, foſſe ſoggetto ad un minimo aggregato di reſiſtenze. Non ſo ſe la Geometria poſſa mai giugnere a tanto. Oſſervava bensì con piacere varie ſpezie di Nautlj, peſci marini, che armati d'una croſta dura, e liſcia, a guiſa di picciole navicelle ſpiegano per vela una ſottiliſſima cartilagine, e col favore del vento navigano per l'Oceano: oſſervava, diſſi, attentamente la lor figura, e veggendola ſimile a quella d'alcune delle noſtre barche (ſe queſti animali ſoſſero ſtati comunemente conoſciuti dagli Antichi, e non ſi conſervaſſero dai Moderni come una rara curioſità de' più ſcelti gabinetti) mi ſarei dato a credere, che gli Uomini aveſſero da eſſi appreſa la Nautica. Ma ciò, che dalla Natura ſi fa alla prima, a forza di replicare i tentativi dall' Arte ſi conſeguiſce; ed una lunga pratica, quand'anche non afferra l'eſatto, almeno dal proſſimo non ſi diſcoſta.

VII.

Il terzo criterio, per cui ſi diſcerne l'ottimo inteſo dalla Natura, conſiſte nel farſi con accuratezza ad eſaminare l'artifizio delle di lei operazioni, e dopo averne ben capiti i fini propoſti, ed i mezzi uſati per ottenerli, movere un paſſo addietro, e metterſi ſeriamente a riflettere, ſe al magiſtero da eſſa impiegato un migliore ſe ne poſſa ſoſtituire. Io per me di buona voglia confeſſo, che qualunque volta mi ſon ingolfato in queſto genére di ſpeculazioni, ſono rimaſto talmente pago, che non ho mai ſaputo deſiderar di vantaggio. Con meco ſono perſuaſi della medeſima verità tutti que' Valentuomini, i quali o ſi ſono internati nel meccaniſmo della Natura, o ne anno ſtudiata a ſondo la ſtoria. Fra gli Scrittori della prima claſſe leggaſi il Galileo, che dopo averci data la Teorica delle reſiſtenze dei ſolidi, ne cava un ingegnoſo corollario attenente alle grandezze dei corpi organici dimoſtrando, che gli Uomini, i Bruti, e gli arbori, ſalva la ſimmetria delle loro membra, non ponno proporzionatamente ricreſcere oltre un dato limite; atteſochè mentre le oſſa, ed i rami ſterminatamente, e ſuori di proporzione non ſi ingroſſaſſero, verrebbero al fine ſotto il loro peſo a fiaccarſi. Prendaſi per mano l' eccellente Trattato di Alfonſo Borelli intorno il moto degli Animali, e dopo averne traſcorſo con diligenza il primo

mo libro (giacchè nel ſecondo troppo egli ſi compiace della maniera ipotetica di filoſofare) nieghi chi ha ſior di ſenno abbracciarſi dalla Natura l'ottimo relativo in tutte le circoſtanze. Io contemplo la ſtruttura degli uccelli, e de' peſci, e noto, che a quelli manca il diafframma, onde riempiuti internamente d'aria, ſi rendono più leggieri; e queſti ſon provveduti d'una veſcica gonfia d'aere, che riſtringendoſi, e dilatandoſi, fa sì con un perpetuo equilibrio di moto, ch'eſſi a mezz'acqua ſi ſoſtentino, o vengano a galla, o piombino al fondo. Rifletto ai robuſti muſcoli, che ingombrano il petto dei volanti, e ſervono alla indefeſſa ventilazione delle ale; ed agli aſſai più vigoroſi, che nei peſci dalla teſta fino all'eſtremità della coda ſi ſtendono, i quali imprimono ai nuotanti un moto tale, per cui ſuperano velocemente la reſiſtenza dell'acqua ottocento volte più denſa dell'aria.

VIII.

Non è mia intenzione di copiare l'intiero citato libro, ma di ſemplicemente accennarne alquante particolarità, che riſveglino il Lettore, e lo mettano, per così dire in puntiglio di ſurrogare ai lavori della Natura qualche artifizio più magiſtrale. Frattanto ch'egli indarno il cervello ſi logora; paſſo a quegli Autori, che della ſtoria naturale ſi ſono reſi benemeriti. Non pretendo già di teſſerne un lungo catalogo. Tra i noſtri ſegnalati ſi ſono il Malpighi, il Redi, ma ſovra d'ogni altro e di quà, e di là dai monti l'incomparabile Valliſnieri, la cui perdita quantunque volte mi viene in penſiero, io giuſtamente compiango, e prendo volentieri l'occaſione di rendere teſtimonianza alla memoria ſempre cara d'un Amico, del quale non ho conoſciuto nè il più dotto, nè il più ſincero. Le ſemplici naturali oſſervazioni diſgiunte dai Matematici raziocinj ci danno bene ſpeſſo quella ſorta d'ottimo popolare, che agevolmente ſi concepiſce. Quì mi ſi para innanzi una copia d'innumerabili rifleſſioni; eſſendo ogni erba, ogni pianta, ogni animale un mirabile elaboratorio chimico, ed una ſtupenda officina di macchine Idrauliche, e meccaniche. L'Arte è ſtata prevenuta dalla Natura, e non c'è ordigno inventato dall'induſtria degli uomini, di cui prima non ſiaſi ſervita la ſagace Maeſtra. Negl'inſetti ſpezialmente ſi rinvengono e ſeghe, e trapani, e ſorbici, e tenaglie, e che ſo io; colla differenza però, che gli ſtromenti lavorati dalla Natura ſono vivi, e ſiccome tali creſcono, ſi nutricano, ed alle volte, o rotti, o logori ſi riparano, e riſarciſcono. Piglio ad impreſtito dal lodato Signor Valliſnieri l'eſatta deſcrizione del Camaleonte Africano, riſtringendola a due ſole circoſtanze. Queſta beſtiuola pigriſſima al moto, e cittadina d'un paeſe povero d'acque aveva a provvederſi di bevanda e di cibo. La Natura dunque s'è preſa la cura di torniarle ſulla ſommità del capo un picciolo vaſe, che raccogliendo in ſe la rugiada cadente dal cielo per due anguſti canaletti alle fauci la tramandaſſe, e leggermente le innaffiaſſe; perchè ad ogni ſoprabbondante quantità d'acqua l'animaletto corre riſchio di ſoffocarſi. Ha poi la ſua lingua ſpalmata d'una tenaciſſima pania, e corredata di ſorti muſcoli diſpoſti a guiſa d'una molla

ſpirale, coi quali velociſſimamente lanciandola ſa preda degl'inſetti volanti, e ritirandola con eguale prontezza, li converte in proprio alimento.

IX.

Sopra tutto guardiamoci d'interrompere il noſtro corto giudizio ſu quelle coſe, che non arriviamo a capire; ed è una ſtolida preſunzione l'addoſſare alla Natura la noſtra ignoranza. La Fiſica, che va paſſo paſſo avanzando cammino, ci propone continuamente delle nuove maraviglie ignote ai tempi antichi, ed un maggior numero ai venturi ne riſerba. Bramerei pertanto, che con l'Autore del tutto ſi uſaſſe almanco quella diſcretezza, che fra gli Uomini ſi coſtuma. E per valermi d'una ſimilitudine, io prendo anzi gli occhi un libro di rinomato Scrittore, ed in leggendolo con attenzione, vedo ben iſtabiliti i principj, chiaramente dedotte le concluſioni, ed i corollarj, eſatto il metodo, con cui ſi procede, in ſomma magiſtralmente ſpiegato ed illuſtrato tutto ciò, che non eccede la mia intelligenza. Oſſervo però eſſerci alquante ſpeculazioni ſublimi ed aſtruſe, intorno le quali non ho lume ſuffiziente per decidere del loro valore. Che dovrò dunque dire? Dirò forſe eſſere ottimamente ſcritta la parte, che da me s'intende, e peſſimamente l'altra, che non s'intende? Farei torto alla mia onestà, e mi tirerei addoſſo l'altrui diſprezzo, ogni qual volta mi laſciaſſi uſcir di bocca una sì ſciocca propoſizione. Ma nel gran Volume della Natura quel poco, ch'io ne capiſco, mi ſorprende, e mi fa fede della infinita perizia dell'Autore. Noto in eſſo ſemplicità di leggi, uniformità di maſſime, tolta di mezzo l'indifferenza, elette le ottime ſimmetrie: e da queſte premeſſe ci farà mai chi conchiuda, che ciò, che da noi nettamente ſi concepiſce, non può camminar meglio, e che va alla peggio tutto il rimanente, cui l'ingegno umano non giugne per anco ad intendere? Il diſcorſo ne chiama un altro, ed è, che ſe dal noſtro ſapere deeſi miſurare la perfezione del Mondo, eſſo diverrà tanto più perfetto, quanto più invecchierà. I noſtri Antenati erano certamente all'oſcuro di moltiſſime verità, che oggi giorno ſono paleſi: per la qual coſa alcune operazioni naturali potevano due ſecoli fa annoverarſi fra i preteſi diſordini, che preſentemente con ragione ſi ammirano, perchè ad evidenza ſi comprendono.

CAPITOLO DECIMOQUARTO

Della Uniformità.

I.

DEl principio dell'Uniformità, di cui a ragionare mi accingo, poſſiamo in Fiſica coraggioſamente ſervirci; concioſſiachè non ſi cammina mai per ſentiero obbliquo, ed incerto, ogni qual volta meſſe da canto le noſtre immaginazioni, ſi va dietro alle orme impreſſe dalla Natura. Ella è coſtante nelle ſue operazioni, ed a ſe ſteſſa preſcrive alcune leggi inviolabili, dalle quali non è ſuo coſtume di dipartirſi. O ſi derivino queſte dal canone della ſemplicità, o pure da quello della ſcelta dell'ottimo, ſi verificherà ſempre, che ſaranno poche in numero, e generali per l'eſtenſione; avvegnachè ſe l'Autore della Natura in qualche caſo particolare abbandonaſſe le regole negli altri ſomiglianti adoprate, interverrebbe, che tal volta preferiſſe al più ſemplice il più compoſto, ovvero il manco perfetto al migliore. Ma quand'altro diſordine non ci foſſe, il moltiplicare le leggi fuor di propoſito tira con ſeco il diſetto, e la imperfezione: laonde ſcoperto una fiata in certe occaſioni il meccaniſmo della Natura, ci è conceſſo ſenza riſchio di cadere in errore di ampliarlo, e di ſtenderlo ad altri ſimili incontri, fondandoci ſopra una maſſima univerſale.

In ordine a ciò l'incomparabile Cavalier Nevvton premette al terzo Libro de' ſuoi Principj Matematici della Filoſofia Naturale un utiliſſimo aſſioma, cioè a dire, che ad effetti ſimili corriſpondano cagioni ſimili, e tali ſono per eſempio la reſpirazione negli Uomini, e ne' Bruti, la diſceſa de' gravi in Europa, ed in America, e la rifleſſione del lume, che ſi fa tanto dalla Terra, quanto dagli altri Pianeti: il qual aſſioma in che circoſtanze, e con quanta precauzione debba adoprarſi, m'ingegnerò a tutto mio potere di mettere in chiaro.

II.

E prima d'ogni altra coſa è da notarſi, che in qualunque genere di effetti analoghi la Natura fa ſempre uſo d'una legge fondamentale e dominante, con cui a tutti generalmente dà regola. Non laſcia però bene ſpeſſo di valerſi d'alcune leggi acceſſorie e ſecondarie, per mezzo delle quali in molte guiſe, ſenza mai abbandonare la principale, viene ſagacemente a modificarla. A queſta ſi appoggia il principio dell'uniformità, e le altre ſervono alla varietà; perchè ſe non ſaceſſero lega inſieme le due menzionate prerogative, non ſarebbe di lunga mano nè così bella, nè così ammirabile l'economia dell'Univerſo.

Ma

Ma per non mettere il piede in fallo, fa di meſtieri porſi con tutta la forza del raziocinio ſoſtenuto dall'eſattezza degli eſperimenti a diſtinguere dalle acceſſorie le leggi fondamentali della Natura, e ſi pecca del pari o pigliando ſiccome principale un canone ſecondario, ovvero equivocando all'oppoſto. Non penſiamo già, che baſti il dare alla sfuggita un occhiata ai fenomeni fiſici, che vogliono accuratamente eſaminarſi; acciocchè l'ignoranza della Storia Naturale, ſiccome ad ognuno una volta, o l'altra interviene, non ci faccia incorrere in qualche ineſcuſabile errore. Poſta la debita diligenza, non mi ſembra malagevole il diſcernere i due differenti generi di leggi, delle quali ho fatto parola; atteſochè ſebbene nelle meno primarie la Natura va, quaſi farci per dire, ſcherzando, e facendo pompa della ſua induſtria; non pertanto in eſſe ſi ravviſa ſempre mai una qualche comune proprietà, che ſtabiliſce la legge maeſtra e fondamentale. Comunque la Natura ad operar ſi diſponga, ed impieghi varj artifizj, non perde però mai di viſta lo ſcopo principale, e conſeguentemente non s'induce mai a fare il gran ſalto da principio a principio. Appreſſo ſe tolto per mano un determinato genere di effetti ſimili (nel qual punto fa d'uopo di ſtare attenti per non prendere sbaglio, e confondere inavvedutamente fenomeni d'indole affatto diverſa) ſi oſſerva aver in molti caſi luogo una legge, che in altri non compariſce; tengaſi per fermo appartener eſſa all'ordine delle acceſſorie, e non mai delle principali.

III.

Accade ancora, che le leggi ſieno talmente conneſſe, ed abbiano fra loro una così ſtretta ſcambievole corriſpondenza, che debba aſcriverſi piuttoſto alla fortuna, che all'induſtria, ſe ci va fatto di ſepararle, e di riconoſcere ſenz'ambiguità quale fra eſſe faccia la figura di primaria, e quali fra le ſecondarie abbiano ad annoverarſi. So per prova, che in sì fatte malagevoli inchieſte i criterj ſono frequentemente ſcarſi e mancanti, nè giova appoggiarſi o alla maggiore ſemplicità, ovvero ad una certa priorità, che nelle coſe ſi concepiſce; perchè la Natura non è guari diſpoſta ad accomodarſi alle noſtre idee, o ai noſtri metodi. Replico eſſere colpo di buona ſorte, ſe ci ſi affacciano effetti tali, in cui ſvaniſcono alcune leggi, che in altri del medeſimo genere paleſemente ſi oſſervano. Queſte ſenza eſitamento fra le acceſſorie riponganſi, ed ecco il miglior mezzo, anzi l'unico di penetrare nei più cupi naſcondigli della Fiſica, dividendo in due claſſi i canoni naturali, e diſcernendo quelli, che mantengono intatta l'uniformità, dagli altri, che introducono la varietà, ed alla uniformità non recano pregiudizio. Per quanto mai può, la Natura è inteſa ad accoppiare inſieme, ed accordare le regole primitive colle ſecondarie, facendo quaſi dirci ogni sforzo per non diſgiugnerle: ma ſe talvolta per avventura nel producimento degli effetti in particolare, l'unione delle predette leggi tira ſeco di conſeguenza una qualche ripugnanza; la Natura meſſe in non cale le acceſſorie, alle fondamentali coſtantemente s'appiglia. Diretta eſſa da una Sapienza infinita non ſi laſcia guidare nè dall'ignoranza, nè dal capric-

priccio, e non ha per coſtume di ſconvolgere da capo a fondo i ſuoi magiſterj, facendo uſo in operazioni analoghe di canoni o affatto diſſimili, o direttamente contrarj.

IV.

Gioverà illuſtrare la dottrina con un eſempio. Dura tuttavia, e forſe troppo oſtinata la conteſa fra i Carteſiani, e i Leibniziani intorno la legittima miſura delle forze vive dei corpi in moto, cioè a dire ſe abbia a defumerſi dal prodotto della maſſa nella velocità ſemplice, o pure nella duplicata. Egli è certo, che i moti in qualunque modo o ſi generino, o ſi eſtinguano, procedono ſempre per via d'inaſſegnabili accreſcimenti, o diminuzioni, altramente la Natura camminerebbe di ſalto, e non paſſo paſſo. Per la qual coſa tutti i movimenti traggono l'origine da quelle minime forze, che morte, e continuamente applicate ſi appellano. Queſte ſecondo il dettame del Galileo confermato dall'eſperienza, ſe ſi adattano alla fluſſione del tempo, e alla durata dell'azione iſtantanea, producono la quantità del moto, onde naſce la formola $fdt = mdu$; ma ſe accompagnano il mobile per uno ſpazio minore di qualſivoglia dato, ci danno la maſſa moltiplicata nel momento della celerità, e conſeguentemente un'altra eſpreſſione $fds = mudu$. E quì è da notarſi, che le due premeſſe formole ſono talmente congiunte, che vicendevolmente ſi porgono la mano; concioſſiachè eſſendo notiſſima proprietà dei moti equabili, che le velocità ſono in proporzione compoſta diretta degli ſpazj traſcorſi, e reciproca dei tempi, in cui ſi percorrono; ſe ne deduce una terza equazione $u = \frac{ds}{dt}$; ovvero $udt = dr$. Quindi fatta l'opportuna ſurrogazione, ponendo nella prima in iſcambio di dt il ſuo valore $\frac{ds}{u}$, e nella ſeconda in vece di ds la grandezza equivalente udt, ſi ſcopre, che una paſſa nell'altra ſcambievolmente, e che l'una dall'altra neceſſariamente dipende.

V.

Sulla formola $sdt = mdu$ ſi fanno forti i ſeguaci del Carteſio, e del Newton, e ſulla egualmente vera $fds = mudu$ gli Scolari del Leibnizio: e quantunque la controverſia paja a primo aſpetto di poca importanza; atteſochè ambo le Sette diſcordano nei principj, e per lo più convengono nelle concluſioni; non oſtante ciò il nodo della quiſtione ſi riſtrigne a conoſcere qu le delle due aſſegnate leggi ſia la primitiva, e quale la ſecondaria, ed in conſeguenza ſe piuttoſto all'una, che all'altra gli effetti fiſici corriſpondano. Chi non bada alla intenzione della Natura, ma conſulta ſemplicemente le proprie idee, darà per poco vinta la lite ai Matematici Ingleſi, e Franceſi. E per dire il vero non poſſiamo immaginarci formola più

più ſemplice di quella, per cui la quantità del moto ſi eſprime, ſiccome compoſta di due ſoli elementi maſſa, e velocità, oltre i quali nulla altra coſa nei corpi animati dal movimento ſi concepiſce. Ma il Geometra Tedeſco alzando la celerità alla ſeconda dimenſione, di tre elementi la forza viva compone, i quali non ſi ſa capire d'onde derivino.

VI.

All'incontro vado io diviſando in pro della ſentenza Leibniziana altro non eſſere finalmente le forze vive, ſalvo che un aggregato delle morte, che al mobile ſucceſſivamente ſi comunicano, ed in eſſo ſi conſervano. Ora queſte impreſſioni acceleranti, ed in iſpezie le centrali anno quantunque variabili una aſſai ſtretta, e ſemplice relazione ai minimi ſpazj, per cui coſtantemente ſollecitano i corpi, ed una molto più rimota, e compoſta a i momenti del tempo, nei quali eſercitano la loro azione. Per reſtarne convinti baſta l'avvertire, che le forze centrali pigliano la norma dalla lontananza del centro, verſo il quale inceſſabilmente ſpingono il mobile, e che ſi aumentano, o ſi minorano al variarſi della diſtanza; mercè che il fingerle da per tutto uniformi e coſtanti è una ſuppoſizione matematica, a cui non dà mano la Fiſica. Quando dunque io moltiplico l'impulſo ſollecitante in un ſito determinato per la fluſsione dello ſpazio, che ha da percorrerſi, mi naſce la nota formola $fds = mudu$, e non già $fds = mdu$, la quale come ho di ſopra provato, va accompagnata da un maniſeſtiſſimo aſſurdo. Per quello poi appartiene ai tempi elementari, che per lo più ci vengono eſpoſti dalle differenze di qualche curva traſcendente, e che non riſpondono con un rapporto ſemplice e naturale all'azione delle forze morte, nulla giova il valerſi della eſpreſſione $fdt = mdu$, mentre la forza f ſia data in qualunque modo per lo ſpazio s; atteſochè queſta ſtrada non ci condurrà mai ad iſcoprire la relazione fra le velocità, gli ſpazj, ed i tempi medeſimi. Biſogna raggirare la coſa per un altro verſo, e procedere alla inveſtigazione dei tempi, ſervendoſi d'un metodo indiretto nella ſeguente maniera. Giacchè $fds = mudu$, e ſi ha la forza f data per lo ſpazio s; ſi avrà di conſeguenza la velocità u data per lo ſpazio medeſimo. Ma per le coſe dette $u = \frac{ds}{dt}$, o ſia $dt = \frac{ds}{u}$; dunque integrando ſi

farà noto egualmente il tempo t per una funzione o dello ſpazio, o della velocità. Traſcuro l'applicazione delle formole generali ai caſi in particolare; perchè ne ſon pieni i libri: noto bensì, che avendoſi a rintracciare con un modo obbliquo la miſura dei tempi, le di cui fluſſioni moltiplicate nelle impreſſioni acceleranti ci ſomminiſtrano le inaſſegnabili aumentazioni della quantità del moto, queſta non ha punto che fare con quella forza viva ed operante, che s'impiega nel producimento degli effetti, la quale dee computarſi dai prodotti delle forze morte negli elementi dello ſpazio, e conſeguentemente dalle maſſe moltiplicate nei quadrati delle attuali celerità.

VII.

VII.

Così si può disputare a favore d'ambo le opinioni, ed ai sostenitori dell'una, e dell'altra non mancheranno risposte o vere, o apparenti. Per la qual cosa io giudico, che non si verrà mai a fine della contesa, mentre non si adatti al caso in quistione il principio da me proposto; parendomi evidente, che se in tutti gl'incontri la Natura conserva intatta la forza viva calcolata giusta la mente del Leibnizio, ed all'opposto in alcuni non tien salda la quantità del moto, abbiasi ad inferire, che la prima sia legge fondamentale, ed accessoria la seconda. E qui richiamiamo alla memoria l'incontrastabile assioma, per cui si prescrive la tanto necessaria corrispondenza fra le cagioni producenti, e gli effetti prodotti; conciossiachè non so come voglia fondarsi un canone d'uniformità, ed una regola generale fra le azioni, e le reazioni sulla quantità del moto, la quale in passando da corpo a corpo si altera secondo le circostanze, ed ora scema, ed ora ricresce talmente, che bene spesso risiede più forza nell'effetto, che nella causa, o al contrario. Questo inconveniente non ci si affaccia, qualunque volta si desuma l'estimazione delle forze vive dalla massa, e dalla velocità duplicata, e perciò la legge scoperta dal Leibnizio, che viene gelosamente custodita dalla Natura, e non ammette eccettuazione, dee riputarsi siccome primitiva, e le altre tutte aversi per secondarie, e di conseguenza. Io confesso, che le due mentovate leggi s'accoppiano frequentemente, e che unite si ravvisano nelle cadute, e negli ascendimenti de' gravi, nelle resistenze, e finalmente nelle compressioni, e restituzioni degli elastri. Da tutto ciò che si debbe inferire? non altro certamente, se non che in parecchie occasioni del canone anco men principale non si dimentica la Natura. Rivolgendo poi da un differente lato le nostre mire, scopriremo, che la quantità del moto, che risiede nella causa piena, per valermi della frase del Leibnizio, non sussiste nell'effetto intiero, e se ne ha la prova dalle forze, che si chiamano composte, o equipollenti, dalle comunicazioni del movimento fra massa e massa, e da molte fisiche operazioni, nelle quali c'entrano i due premessi canoni elementari.

VIII.

Sull'ultimo io mi fermo alquanto, riserbandomi a parlar altrove del primo, e dico, che urtandosi direttamente due corpi, o sieno affatto molli ed inerti, o guarniti d'una perfetta e risentita virtù di molla, o pure stiano di mezzo infra due, come tutti quelli, che sono da noi conosciuti, trattane forse la luce, anno la comune proprietà, che dopo la mutua azione si conserva in essi una quantità o relativa, o assoluta di moto pari alla primitiva, di cui avanti l'urto erano dotati. Vorrei, che il benigno Lettore almeno sulla mia fede non dubitasse della verità del Teorema, e mi tenesse dietro, mentre io ne cavo le conseguenze. Corpo imperfettamente elastico si è quello, che non restituisce tutta la forza, che si spende nell'am-

maccarlo, o per dir meglio nel ſargli mutare la ſua figura. Tali ſono anco i più pronti a rimetterſi, come l'avorio, il bronzo, l'acciajo, il vetro: anzi fatti gli eſperimenti dal Cavalier Nevvton colla ſua ſolita accuratezza ſopra alcune palle di vetro, s'avvide, che queſte computata prima la reſiſtenza dell'aere, nel percuoterſi l'una contro l'altra perdevano la decima ſeſta parte della loro ſorza. Vuole il chiariſſimo Autore, che ciò addivenga, perchè dopo il colpo rimane in eſſi una picciola contuſione, quaſi ſotto il martello, conforme egli ſi eſprime, il che ſi verifica in tutti que' corpi, che fra i duri, ed i molli ſtanno di mezzo, come nelle varie ſpezie del legno, e nel ferro non temperato: ma nel vetro non appariſce veſtigio alcuno di ammaccatura, e nè pure nelle sfere d'avorio adoprate nel giuoco del Trucco; perchè ſe in eſſe ad ogni colpo reſtaſſe il ſegno d'una quanto ſi voglia lieve contuſione, in breviſſimo tempo dalla figura sferica paſſerebbono alla poliedrica.

Io prima di qualunque altro Fiſico mi ſono accorto, che la diminuzione della forza nelle ſperienze Nevvtoniane trae l'origine da un principio affatto diverſo. Pongaſi avvertenza, che la percoſſa non va mai diſgiunta dal ſuono ora più ottuſo e muto, ed ora più robuſto e ſpiritoſo, ſecondo che i corpi più s'accoſtano o agl'inerti, o agli elaſtici; e che il ſuono viene prodotto, e mantenuto dai tremiti, e dalle palpitazioni delle minime fibre, dalle quali la teſſitura dei corpi ſteſſi è compoſta. Il fremito poi delle particelle inteſtine, e conſeguentemente il ſuono durerebbe perpetuamente, ſe dovendoſi comunicare all'aria, dalla reazione del fluido non rimaneſſe appoco appoco mortificato, ed eſtinto. Chi non ſa, che per mettere le fibrille in un moto preſtiſſimo d'oſcillazione, vi ſi richiede un determinato grado di ſorza, e che le molle nell'atto di rimetterſi, e di ridurſi allo ſtato naturale non poſſono reſtituire al di ſuori tutta la ſorza ad eſſe partecipata, mentre una qualche porzione in ſe medeſime ne trattengono. Non dee dunque dopo l'urto ritrovarſi nel moto dei corpi, o progreſſivo, o riſleſſo la ſteſſa quantità di ſorza, con cui erano animati prima del colpo, ſpendendoſene una data parte o nell'interno tremore, o nella eſterna ammaccatura, o in amendue; altrimenti l'energia dell'effetto vincerebbe di lunga mano quella della propria cagione.

IX.

E ſe compiuta la comunicazione del movimento, e la vicendevole azione fra i corpi, perſevera la medeſima quantità di moto o aſſoluta, o almen relativa, che in eſſo loro da principio riſiedeva, ſiano pure le maſſe di qual natura eſſer ſi vogliano, avendone io una preciſa dimoſtrazione; mi ſo a dimandare ai dotiſſimi Avverſarj, da che fonte derivi mai quella ſorta di forza, che nella contuſione, e nella compreſſione delle parti ſi conſuma? Egli è certo, che una gagliarda percoſſa, ed anche le picciole replicate introducono in certi miſti la virtù della molla, o per lo meno la avvalorano, e ne veggiamo tutto dì l'eſperienza nei metalli, e ſpezialmente nelle monete d'oro, e d'argento, le quali fortemente battute acquiſtano ſonorità ſotto il colpo.

colpo. Bisognerà dunque dire per compiacere a' Francesi, ed agli Inglesi, che la menzionata prerogativa consistente nel costipamento, e nella più stretta unione delle minime particelle elementari, per cui si altera l'interna tessitura dei corpi, e si accresce la specifica gravità, si partecipi ai misti, senza spenderci qualsivoglia grado quantunque menomissimo di forza. E pure io so, che per rarefarli, e spogliarli della proprietà d'essere elastici ad essi dalla compressione comunicata, non ci si richiede meno dell' attività violenta del fuoco. Appresso io domando da qual sorgente scaturisca la forza, che mette in oscillazione, ed in tremito le fibre dei corpi sonori, i quali in se medesimi lo mantengono, e nell' aria per lungo tratto spandendolo, il nostro udito feriscono, e producono in noi la sensazione del suono. Indubitatamente la quantità primitiva del moto sta salda, seguita che sia la percossa, quantunque diversamente fra le masse si distribuisca. Aggiungasi la porzione di forza, che nel tremore interno s'impiega, e troveremo l' energia della causa superata da quella dell'effetto. Non so donde cavare il di più, se non se dal fondo del nulla, e così urtando nella ripugnanza, mettere una eccettuazione al più fermo, ed inalterabile principio, che dia norma alle nostre fisiche cognizioni. Per la qual cosa essendo abbastanza illuminati, che nell'economia delle azioni, e delle reazioni la Natura in parecchi incontri abbandona la pretesa uguaglianza fra le quantità del moto, il canone indi dedotto cogli altri nascenti di conseguenza, dalle leggi fondamentali debbono escludersi, e riponersi nel catalogo delle secondarie.

CAPITOLO DECIMOQUINTO

Proseguimento della stessa materia intorno il principio dell' Uniformità.

L

RAramente mi è occorso di notare negli Scrittori accreditati lo sbaglio, ch' eglino assumano in figura di principale una legge secondaria; non ostante ciò nell' antecedente Capitolo io ne ho recato un illustre esempio. Frequentissimo bensì è l'errore, e quasi farei per dire comune anco agli Uomini di prima sfera, il prendere per accessorie le leggi fondamentali, ed in tal guisa tolto di mezzo il principio dell' Uniformità, smarrire la traccia del vero, e lasciarsi uscir di mano il filo d'un retto e legittimo discorso. Ogni qual volta il menzionato equivoco ne' nostri divisamenti per poca accuratezza s'insinua, ed in vece d' applicare la legge primaria generalmente, ed in tutta la sua giusta estensione, ad alcuni casi particolari si ristrigne, e ad essa limiti troppo angusti si prescrivono; siamo necessitati ad introdurne per lo meno un'altra, e bene spesso molte d' indole affatto diversa cavate fuori dalla miniera infausta della fantasia, e totalmente rimote dalla isti-

tuzione della Natura. Così si moltiplicano fuor di proposito le leggi fisiche; si separano in più cori gli effetti simili, e di conseguenza anco le cagioni, e si raccozzano insieme cose disparatissime, che non anno fra loro nè punto, nè poco di confacenza. Così vuolsi, che senza motivo di sorta la Natura salti da principio a principio, e nelle sue fatture si scordi di se stessa, e della sua costanza. Ponghiamo, che in operazioni somigliantissime facciasi uso di artifizj onninamente disparati, e non ci sia una regola primaria, e generale, da cui tutte vengano abbracciate, e dirette: la notizia d'una in particolare non mi somministra nè pure un piccolissimo barlume, per intendere le altre analoghe, ed in tal guisa dopo aver corso una lunga carriera di speculazioni, mi trovo sempre alle mosse. Ed in fatti come posso mai assicurarmi, che la Natura, conforme suol dirsi, non mi muti le carte in mano, ed impieghi nella produzione d'alquanti effetti simili, e del medesimo genere lavori affatto diversi? Chi si discosta dal principio dell'Uniformità non isperi mai di far profitto in Fisica; perchè privi d'un tal criterio, non ci si affacciano se non se dubbietà, ed incertezze, e senza avvedersene militiamo sotto la bandiera de' Settici. L'adottare le leggi primarie in qualità di accessorie è una sorgente, dalla quale fluiscono frequentissimi gli errori, e per restarne convinti basta dare una scorsa alla storia delle opinioni; non essendosi arrossati i Filosofi d'intrudere nella spiegazione dei fenomeni naturali gl'istinti, le simpatie, le antiperistasi, e cento altre visioni, che meritano d'esser poste in dimenticanza.

II.

La generazione degli animali è uno di quei stupendi fenomeni, che l'Autore dell'Universo ha consegnato alle disputazioni degli Uomini, lavorandolo per dir così sotto gli occhi nostri, senza che mai se ne possa comprendere il magisterio. Siamo sempre da capo anche dopo le diligentissime osservazioni del Malpighi sulle uova secondate, e del Graaf intorno le cerve gravide. L'acutissimo Vallisnieri ha dato fuori nella presente materia un laborioso Trattato, in cui ha detto quanto può dirsi, e dopo varie meditazioni, e dopo lunghe ricerche appoggiate agli sperimenti (esclusi i vermi feti del Leuvenochio, i quali secondo lui servono ad altro uso) finalmente si è attenuto alla sentenza degli sviluppi. Io non ho coraggio di frammettere le mie conghietture: so bene, che contro la comune ipotesi pugnano alcune sorti difficoltà; e so, che al suo prode Mantenitore davano noja le branche dei gamberi, le quali per essere fragilissime, agevolmente si scavvezzano: ma la Natura, che nelle cose più necessarie non manca mai, si è presa la cura di farle ripullulare o in tutto, o in parte secondo il bisogno. Tutto il dì veggiamo alcune di queste bestiuole con una gamba grande e compiuta, e colla compagna piccola ed appena spuntata fuori. In altre poi si ravvisa una branca mozza, ch'essendo grossa, e ben formata dalla parte della giuntura, ed all'incontro scarna, ed abbozzata verso l'estremità appoco appoco si risarcisce, fin a tanto che rimarginata la vecchia scorza colla nascente, le cose allo stato naturale ritornano.

E' dif-

E' difficile dar ad intendere, che lungo la gamba ſtia preparata una ſerie decreſcente d'inviluppi atti a ſvilupparſi a miſura delle occorrenze, e a produrre conforme il ſito, in cui ſuccede la frattura, o una branca intiera, o una mezza, o pure d'eſſa una qualſivoglia porzione: anzi ſa d'uopo, che il pezzo riprodotto ſia corredato de' ſuoi inviluppi per quegli accidenti ſiniſtri, che alla giornata poſſon temerſi: le quali coſe tutte eſſendo troppo mirabili, eſcono fuori dei confini del veriſimile.

III.

Non è dunque così lontana dal vero, quanto taluno ha creduto, la ſentenza di certi Filoſofanti, che giudicano naſcere l'organico dall'organico, ed oltre i premeſſi fenomeni, ne fanno conghiettura le code delle lucertole, che ſtaccate dal corpo ſi reſtituiſcono, gl'innesti degli arbori, e le eſcreſcenze morboſe negli animali, che ſono di ſenſo ſornite, ed il nutrimento ricevono. Io prendo piacere di tal ſorta di diſpute, mentre però vengano con ſobrietà maneggiate, ed alla veriſimilitudine non ſi dia il titolo d'evidenza. Servono queſte a farci toccar con mano ſin dove l'intelletto può giugnere, o per dir meglio ſin dove non può mai giugnere. Stiamo frattanto in guardia, che non ci ſi dileguino anzi gli occhi certe verità maſſiccie e fondamentali, che ſono i ſemi ſecondi di novelle ed impenſate ſcoperte, le quali un giorno, o l'altro uſciranno forſe alla luce; perchè il vero non germoglia ſe non ſe dal vero. Dopo la morte del lodato Sig. Valliſnieri è comparſo uno ſtupendo inaſpettato fenomeno ſcoperto prima in Inghilterra, e poſcia verificato in Padoa, in Bologna, ed altrove. Ci ſono certi inſetti, i quali tagliati in più pezzi traverſo ſi reſtituiſcono belli ed interi; di modo che ogni particella ſtaccata, e diviſa in nodi diventa un compiuto vermicello. La teſta ſeparata dal buſto riproduce la pancia, e la coda: il ventre ſi ſtende per un verſo a formare il capo, e la coda per l'altro: e la coda ſteſſa allungandoſi dalle parti anteriori rimette la pancia, e la teſta. Con una ſorta di ſtraordinaria generazione ſi propaga la ſpezie: avvegnachè da un ſolo animaletto molti ſe ne veggono a naſcere: e pare, che queſte beſtiuole abbiano una ſtretta analogia cogli arbori, da' quali ſtaccata una verga, e fitta in terra mette eſſa radici, e rami, ed in una novella pianta germoglia. Biſogna dunque confeſſare, che in varie maniere ſi generino i viventi, e che ſia legge fondamentale, e primaria della Natura, circoſcritta però da regole ſtabili, che l'organico pulluli dall'organico. Per anco non ſi è veduto a ſpuntare un animale da materia eſtranea, e l'eſempio addotto ci documenta, che per quanto ſia mirabile la foggia di conſervare in vita i menzionati inſetti, e di moltiplicarli, appartengono tutta via a quella unica ſpezie, dalla quale traggon l'origine.

IV.

IV.

Ritorno in ſentiero, e dico eſſere ai noſtri tempi coſa chiara, e per mille ſperienze già comprovata, che gli animali tutti o piccoli, o grandi, o più, o manco perfetti naſcon dalle uova almeno per la via ordinaria. Stanno queſte nell'ovaja appeſe ai loro grappoli, e pervenute alla debita maturità ſi ſtaccano, indi diſcendendo per l'ovidutto o eſcono fuori all'aperto, o ſi trattengon nell'utero. Nulla però ſi fa, ſe non ci concorre l'aura ſpiritoſa e poſſente del ſeme maſchile, che le fecondi e non ſolamente metta in moto i primi ſtami pigri e torpenti; ma di più li diſponga, gli alteri, e li modifichi: ſiccome ſe ne ha una prova baſtante in quella ſorta di bruti, che chiamanſi baſtardi, nè quali ſi accoppiano due differenti ſpezie inſieme miſte e confuſe. Qualmente poi nell'uovo incubato il feto ſi vada paſſo paſſo organizzando, e quali parti più toſto, o più tardi ſi manifeſtino, fin a tanto che il tutto ſi riduca alla intera ſua perfezione, rimetto il Lettore alle diligentiſſime oſſervazioni degli Scrittori dianzi allegati.

Nel gran lavoro della propagazione dei viventi s'adopera la Natura con un'ammirabile varietà. Le uova o ſi fecondano nell'alvo materno come nella maggior parte degli animali, o pure fuori ed all'aperto, come in molte ſpezie di peſci, animandole il maſchio, mentre ſono già ſtate dalla femmina partorite ed abbandonate. I Quadrupedi le covan nell'utero, e nel nido a tal uſo fabbricato gli uccelli. Gl'inſetti poi al caldo della ſtagione, acciocchè a ſuo tempo ſi ſchiudano, le raccomandano, collocandole in ſiti appropiati, ed in vicinanza a quella ſorta di cibo, che ai teneri parti dee ſervir d'alimento. Così fanno parimente i ſerpenti, eccettuati alcuni pochi, che ſon vivipari. Per ultimo ſi aggiungano gli animali ermafroditi privi di moto progreſſivo, e tale ſi è l'oſtrica, e la bruma delle navi, che in ſe ſteſſi ambo i ſeſſi contengono, e dei loro feti ſono del pari e padri, e madri.

Chi ſapeſſe indovinare i motivi arcani di tanti differenti modi d'operare, che ſembrano quaſi direi giuochi della Natura, e pure ſono imperſcrutabili artifizj d'una Sapienza infinita, ben avrebbe onde ſtupirſi in veggendo, che alla diverſa ſimmetria dei viventi, ed alla ſtruttura particolare dei loro organi corriſponde la più facile, e ſpedita maniera di propagare la ſpezie. In tal verità di coſe però ſignoreggia una legge, che ſe non è primaria, e fondamentale, è però, trattone qualche caſo ſtraordinario di fado uſato dalla Natura, generaliſſima, e riuniſce in un ſolo i canoni ſecondarj, e queſta ſi è, che ſe l'uovo formato nell'ovaja femminile, ed a maturezza ridotto non viene opportunamente dal maſchio ſeme attuato, non ſi compie mai la grand'opera della generazione. Chi ſi laſcia deludere dalle prime apparenze, e la noſtra legge applica ſoltanto a que' caſi, in cui la naſcita degli animali a i ſenſi ſoggiace, e per difetto di oſſervazioni da finiſſimi microſcopj ajutate non ſa capire, donde e come tragga l'origine la vil plebe delle innumerabili beſticciuole, che per tutto allignano; farà di

me-

meſtieri, ch'egli ſi appigli a qualche ſtravagante partito. Se poi preſta fede per ſoverchia credulità a mille favolette, che imbrattano la ſtoria della Natura, e buonamente è perſuaſo, che dalle carni corrotte pullulino i vermini, che da cadaveri de' cavalli, de' buoi, e degli uomini naſcano le veſpe, le pecchie, ed i ſerpenti, che le rane ſaltino fuori iſtantaneamente dalla polve inaffiata dalla pioggia eſtiva, e che ceſſate le inondazioni del Nilo, ſi generi un popolo di animali, in cui

Vive una parte, e l'altra è rozzo fango;

ſarà egli neceſſitato a produrre una ipoteſi di nuova ſtampa, ovvero ad attenerſi o alla ſtupenda virtù delle anime ſenſitive de' viventi, che ſi abilitano a produrre altri viventi di genere affatto diverſo, o alla luce plaſtica, in cui riſegga una forza generatrice, o finalmente alla decrepita e benemerita putredine: tutte e tre ſentenze già pubblicate. Le due prime coi loro Autori, de' quali io taccio il nome, ſono già eſtinte e ſepolte, e l'ultima ſen va di giorno in giorno morendo.

V.

Qui non iſcorgendoſi veſtigio alcuno di analogia va irreparabilmente a terra il principio dell'uniformità; atteſochè le immaginazioni eſpoſte non anno punto che fare nè tra loro, nè col modo uſato, per cui gli animali ſono inteſi a perpetuarſi nella propria ſpezie. Ammeſſe le generazioni equivoche, egli è impoſſibile lo ſtabilire un Canone primario e generale, che ſotto di ſe le comprenda, e pure la Natura, ſtarei per dire, ſi piglia il penſiero di ammonirci della ſua coſtanza, e del noſtro inganno. E vaglia il vero i generi dei viventi non favoloſi (eſſendoſi non ſo come inſinuate in Fiſica le bizzarrie de' Poeti) conoſciuti dall'antichità a giorni noſtri ſuſſiſtono, nè ſi è veduto mai perire una vecchia ſpezie, nè procrearſene una novella. Ogni qual volta la luce foſſe capace di virtù generativa, modificata però dalla varietà delle materie, che come tante diverſe matrici in ſe l'azione ricevono; ovvero lo ſteſſo privilegio alla miſterioſa putredine ſi attribuiſſe (mentre fra le due ipoteſi ci corre poco divario; mercecchè ſenza la forza del lume, e del calore ſolare i corpi inerti non fermentano, nè ſi corrompono) pare a me, che per un verſo corriſpondendo le differenti fermentazioni agl'innumerabili combinamenti dei miſti affatto diſſimili e per la qualità, e per le doſe, e per la moltitudine degl'ingredienti; tutto dì avrebbe a ſpuntar fuori qualche ſtrana ſorta di beſtie al Mondo non mai comparſa. Dall'altro canto richiedendoſi indiſpenſabilmente, per formar gli animali macchine di lavorio imperſcrutabile, e corredate di ſenſi e di appetiti, un aggregamento di circoſtanze e di condizioni, mancando ciaſcuna delle quali ſi guaſta l'opera; la produzione d'un vivente per via della putreſcenza, quand'anche la coſa s'accetti come poſſibile, ſaria taluno di que' rariſſimi fenomeni, che appena fa moſtra di ſe nel giro di molti ſecoli. Io non ceſſo di ſtupirmi, qualmente Filoſofi dotti e pii ſenza penſare più oltre

ab-

abbiano meſſe l'armè in mano agli Epicurei: e laddove il procreamento degli animali quell'empia ſetta di falſità paleſemente convince; con ripudiare il principio della uniformità, e coll'introdurre la luce, e la putrefazione plaſtica abbiano fatto di tutto per corroborarla. E ben ha ſaputo Lucrezio dagli altrui sbagli coglier vantaggio:

..... Dalla nuova Terra erbe, e virgulti
Sorſero in prima, e poi create in varie
Guiſe fur d'Animai ſpezie diverſe. . . .
. . . . . ſol reſta,
Che la Terra a razion Madre del Tutto
Chiamata ſia; poichè di Terra il Tutto
Nacque, e non pochi ancor ſono i viventi,
Che dall'umide pioggie, e dal vapore
Caldo de'rai del Sol naſcono in Terra.
Stupor dunque non è, ſe in maggior numero
Nacquero, e via più grandi allor, che nuova
Era la Terra, ed era l'Etra adulta.

VI.

Speſſe fiate la Natura ci ſi naſconde, ed opera con tal ſegretezza, che gli occhi noſtri, quantunque armati di acutiſſime lenti per iſcoprirne il lavoro, ſono ancora di corta viſta. Biſogna per tanto coglierla ſul fatto, quando cioè da lei i ſuoi artifizj alquanto più paleſemente s'impiegano, per farſi poſcia ſtrada ad iſvelare i ſuoi più reconditi arcani, procurando, ch'ella ci ſerva d'interprete e di maeſtra, e c'inſegni, che occultandoſi, o manifeſtandoſi, oſſerva immutabilmente i ſuoi canoni fondamentali. Crediamo noi, che ſe il celebre Turneſort aveſſe badato al principio dell'uniformità, ſi ſarebbe indotto a raccogliere nella ſua Decima ſeſta claſſe tutte le piante, che ſecondo lui non an fiore, e nella ſeguente quelle, che mancano di fiore, e di ſeme? Ma il noſtro Micheli nelle prime ci ha moſtrati a dito i fiori, e nelle ſeconde anco i ſemi, facendoci vedere, che non ne ſon privi i licheni, i muſchi, i funghi, i tartuffi, e per fino la muffa. Conſeguentemente io reputo ambigua l'opinione d'alcuni, che fanno naſcere i funghi da un ſugo filtrato per i canaletti d'un qualche organico guaſto e corrotto, o ſia pianta, o un intralciamento d'erbe, o di radici, dal qual ſugo, che ſi condenſa, e ſi ſpande, vïolſi, che le eſcreſcenze fungiformi germoglino. Oltrechè ſi è detto, che dall'organico ſi produce l'organico, pare, che qualche ſperimento confermi tale ſentenza; eſſendoſi veduti dei funghi di genere non conoſciuto ſpuntare dalle meningi d'un uomo macerate nello ſpirito di vino. Si dee procedere con ſomma cautela, qualunque volta ſi tratta di mettere qualch'eccezione alle regole generali della Natura: concioſſiachè ſe negli Animali, e nelle piante maggiori, le quali alla viſta noſtra non ſi ſottraggono, ſi oſſerva tutto dì, che l'organico crea l'organico; è coſa chiara, che ſebbene nei minutiſſimi entomi il modo della loro ge-

ne-

nerazione ſotto il ſenſo non cade, e nell'erbe menomiſſime ſi celano i ſemi inviſibili ſotto forme inuſitate; non pertanto abbiamo fermamente a credere, che per le maniere conſuete, e non altrimenti ſi propaghino. Ed in vero ſe diverſamente andaſſe la faccenda, converrebbe dire, che due magiſteri vengano poſti in uſo dalla Natura, e quello che più rileva, ambo in relazione ai ſenſorj degli uomini, cioè uno per le coſe, che riſpetto la grandezza riſpondono a noi con una proporzione vicina, e l'altro per quelle, che ci riguardano con una proporzione lontana. In ordine a ciò i noſtri ſenſi ſarebbono la giuſta miſura delle naturali operazioni, che dalla limitazione d'eſſi avrebbero a prender norma, onde la generazione dei viventi ſeguitaſſe una legge, mentre agli occhi noſtri è ſottopoſta, ed un'altra totalmente diverſa, quando gli obbietti per la lor picciolezza ci ſi tolgon di viſta: ſtravaganza per cui ſi preſume d'obbligar la Natura a diriggere la ſua azione, non già conforme richiede il ſubbietto, ma piuttoſto giuſta la diſpoſizione di colui, che lo guarda, e contempla.

VII.

La materia è tanto importante, che mal non ſi ſpenderebbe il tempo, e la fatica in dilucidarla con altri eſempli. E quì caderebbe in acconcio la famoſa controverſia intorno l'origine delle fontane, ſu cui forſe più del biſogno ſi è piatito ultimamente in Italia, eſſendoſene preſo il motivo da una Lezione Accademica del Sig. Valliſnieri corredata di belliſſime Annotazioni: ed io ſono ſtato a parte della diſputa, ed ho meſſe fuori alquante conſiderazioni anonime in diſeſa dell'Amico, e poco tempo dopo una lunga lettera in riſpoſta ad alcune difficoltà promoſſe dai Compilatori degli Atti di Lipſia. Dio voleſſe, che tutte le quiſtioni fiſiche poteſſero maneggiarſi con pari franchezza, ed io compatiſco di buona voglia i Filoſofanti dei tempi andati, ſe privi d'alcune notizie neceſſarie per diſcernere la verità, ſi abbiano laſciato ſedurre dalle apparenze. Da che gli eſperimenti iſtituiti in molte provincie ci anno alla fine convinti, che in ogni paeſe le acque cadenti dal cielo in piogge, in nevi, ed in guazze ſono più che baſtanti a nodrire le ſorgive, le polle ſotterranee, ed i fiumi, e ad annaffiare il gran popolo dell'erbe, e degli alberi; da che ſappiamo eſſerci nei monti e vaſche, e ſtrati diſpoſti a far conſerva d'acque, e ad accompagnarle ſino ai capi delle ſcaturigini; ed appreſſo, che nelle pianure ſi rinvengono e ghiaje, e terre bibaci atte ad aſſorbire le pioggie, e a farle trapelare per uſo dei pozzi; la coſa è ridotta a tale, che il metterla in dubbio debbeſi aſcrivere ad oſtinazione. Ben ne furono certi que' primi antichiſſimi Fiſici rapportati da Ariſtotele, che più pienamente ſi dicdero a filoſofare al roveſcio dei lor ſucceſſori, i quali per ſoverchio raffinamento dalla più vera e ſemplice opinione ſi dilungarono. Nè di diverſo parere furono per teſtimonianza di Vitruvio gl' Inveſtigatori delle vene occulte, nè lo ſono preſentemente quegli, a i quali la cura dei giuochi d'acque è commeſſa. Iſtruiti coſtoro dalla Natura d'una Fiſica popolare ſanno, che dopo le piogge s'impinguano le ſorgenti, e molto più nello ſquagliarſi delle nevi; che s'impoveriſcono nelle

ſiccità, e tanto maggiormente, quanto queſte perſiſtono più contumaci; e che ſono altresì ſterili nell'inverno, mentre la terra è agghiacciata, e le montagne di neve indurita coperte.

VIII.

A che pro dunque alla circolazione dell'aeque, che ſaſſi viſibilmente per l'aere, aggiungerci l'altra per mezzo di condotti ciechi, e ſotterranei? ipoteſi, che ſi oppone al principio della uniformità, ch'eſſendo ſoggetta ad inſuperabili obbiezioni, mal regge alla ſpiegazione dei ſenomeni. Non c'è al giorno d'oggi chi porga orecchio allo Stagirita, da cui ſi è introdotta la tramutazione degli Elementi, e ſi è preteſo, che in acqua ſi converta l'aere coſtipato dal freddo delle caverne montane. Ugualmente ſcreditati ſono i lambicchi del Carteſio. Stima egli, che ſpandendoſi le acque del mare ſotto la Terra ferma, e penetrando ſino alle radici dei monti, ivi dal calor centrale vengano ſollevate in vapori, e del ſale, e del bitume ſpogliate: indi ſalendo per le cavità a tal uſo intagliate dalla Natura nelle viſcere delle Montagne, ed urtando nei freddi coperchi delle rupi fabbricati a guiſa di cupole, ſi condenſino in picciole ſtille, le quali unite inſieme fluiſcano, e per li forami a bello ſtudio aperti ſgorghino perpetuamente in fonti, e in ruſcelli. Quand'anche le premeſſe ſuppoſizioni alla buona ſi ammetteſſero, bramerei ſapere, ſe in tempo di oſtinatiſſime aridità il mare richiama a ſe le ſue acque, o ſe il fuoco centrale ſi ſpegne, o pure ſe gl'ingegnoſi lambicchi ſi guaſtano; perchè altrimenti non arrivo a capire, qualmente nell'addotta circoſtanza le ſorgenti ſi riducono ad un fievole ſtillicidio, e qualche volta ſi ſeccano.

Più plauſibile a primo aſpetto ſi è la ſentenza del chiariſſimo Sig. Giovanni Bernoulli appoggiata all'equilibrio dei fluidi. L'acqua ſalſa del mare ſupera in gravità ſpecifica la dolce, che ſcaturiſce dalle polle, e dalle ſorgenti. Se la ſalmaſtra internandoſi nelle viſcere della Terra laſcia addietro le particelle ſaline, ed in inſipida ſi tramuta, per la dottrina Idroſtatica dei vaſi comunicanti ſopra il pelo del Mare neceſſariamente ſi eſtolle. Quindi sbucando all'aperto per il declive dei monti, e delle pianure ſpinta dal proprio peſo al mare, ond'era uſcita, per altra ſtrada ſe ne ritorna. A queſta ſpiegazione, che mal ſi accorda colle apparenze, fanno contraſto le medeſime obbiezioni, che militano contro la Carteſiana. Oltrechè fa di meſtieri dar paſſata ad alcuni poſtulati, i quali ripugnando al buon ſenſo non ſi vogliono certamente concedere. Richiede la piccola differenza tra le ſuddette ſpecifiche gravità, che quand'anco ci foſſe un libero commerzio fra il mare, ed i canali, che portano le acque raddolcite ſino quaſi ai vertici dei monti più ſublimi, per alzarſi queſte due miglia in circa ſopra il livello del mare ſteſſo, ci ſieno nel letto della gran conca marina dei tratti vaſtiſſimi oltre le cento miglia profondi: il che non ci verrà menato buono nè dai Piloti, nè dai Geografi, che ci aſſicurano trovarſi pochi ſiti, nei quali lo ſcandaglio ſi renda inutile. Di più ſi dimanda, che le acque ſalate in penetrando la Terra, ed in ſerpendo per meati anguſti e tortuoſi, ovvero

ca-

colandoſi per ghiaje, e per ſabbie depongano tutta la ſalſuggine aſſieme con l'amarezza contratta dal bitume in eſſe diſciolto. E quello ch' è più malagevole a crederſi, ſi pretende, che non oſtante i minimi pori, per i quali ſono aſtrette a filtrarſi ſtentatamente, portino elleno tutto il peſo delle ſopra incombenti, onde ſagliano con prontezza a grandi altezze, e ſcaturiſcano con polſo, e lena, come ſe gl'intoppi, ed i fregamenti incontrati per iſtrada nè punto, nè poco ſcemaſſero l'energia della preſſione, e quaſi che fra i mari, e le montagne ci foſſe un'aperta comunicazione. Col dipartirſi dalle leggi principali inteſe dalla Natura, e col ſurrogarne di quelle inventate dagli uomini, ſi fa, che per iſpiegare un fenomeno parecchi altri ſe ne diſtruggano, ed eſcano in campo le ſconvenevolezze, e le ripugnanze.

IX.

Per non ommettere cos' alcuna, che al principio della Uniformità appartenga, egli è manifeſto, che qualunque effetto alle regole primitive della Natura, e nei caſi più compoſti al loro accoppiamento ſoggiace. Accade frattanto aſſai frequentemente, che l'intelletto umano celere ne' ſuoi diviſamenti, ed oltre modo impaziente, a fine d'agevolarſi la cognizione degli obbietti, i quali di tempo in tempo a lui ſi parano innanzi, procuri per quanto può di ridurre le proprie idee all'unità, e ſpezialmente in quegl'incontri, in cui non è così facile il diſcernere la varietà. Così veſte egli la perſona di Legislatore, ed alla giornata nuove leggi promulgando, ed in proceſſo o ampliandole, o limitandole, o correggendole, finge l'uniformità dove non è, e dove non ci può eſſere.

Un corpo ſolido ſpinto da principio con una data velocità, che ſi apre la ſtrada a traverſo d'un mezzo fluido, perde paſſo paſſo il ſuo impeto, e finalmente ſi riduce allo ſtato di perfetta quiete. Non ci vuol molto a capire, che lo ſcemamento, e l'eſtinzione del moto prende norma dai canoni generali, per cui la forza fa paſſaggio da maſſa a maſſa; concioſſiachè partecipandoſi appoco appoco al fluido tutta l'energia, che riſiedeva nel ſolido, fa di meſtieri, che queſto effetto ſeguiti le regole delle comunicazioni dei moti o fra i corpi molli, o fra gli elaſtici, ſecondo l'indole del liquido, che ne riceve l'impreſſione. Ora i Geometri nulla badando alla premeſſa avvertenza, ſi ſono ingegnati di ſtabilire certe leggi arbitrarie, nè dimoſtrate, nè dimoſtrabili, che non anno fondamento di ſorta, ſe non ſe forſe una ſpezie di convenienza, o di ſemplicità. Chi tenendo prima conto di ciò, che ci può eſſere di coſtante nella reſiſtenza, la miſura poſcia o dalla celerità ſemplice del ſolido, come il Vallis, o dalla duplicata, come l'Ughenio. Il Newton uniſce amendue gli oſtacoli, e nell'ultima edizione de' ſuoi Principj ci aggiunge una quantità determinata, onde la reazione del fluido ſi eſprima per il trinomio $a + bu + cu^2$; perchè nelle reſiſtenze anno a conſiderarſi tre elementi, cioè a dire l'inerzia del liquido, la ſua tenacità, ed appreſſo il fregamento. A sì fatte ipoteſi attaccano i computi analitici, e ſebbene le conſeguenze indi dedotte ripugnano alle oſſervazioni, anno creduto bene di uſare una profonda diſſimulazione. L'eſperienza ci

ammoniſce, che la maſſa ſolida, la quale per il mezzo fluido cammina, reſta priva di tutto il ſuo moto in tempo finito dopo avere ſcorſo uno ſpazio finito: ma nelle aſſunte ſuppoſizioni, perchè ceſſi affatto il movimento ci ſi richiede, che ſia infinito o il tempo, o lo ſpazio, ovvero e l'uno, e l'altro; dunque anno eſſe neceſſariamente a rigettarſi, quando non ſi voglia ai ſenſi negar credenza, e quand'anche i tempi, e gli ſpazj infiniti traſportati dalla Geometria alla Fiſica ſi prendano per lunghiſſimi.

X.

S'io non erro, parmi che ſiano caduti nella medeſima equivocazione tutti gli Scrittori, che ſin ora delle reſiſtenze an fatto parola. Tutti niuno eccettuato, quantunque differenti d'opinione, ſi ſono laſciati concordemente ingannare da una tacita ſuppoſizione, che una ſteſſa ſteſſiſſima legge di reſiſtenza domini nell'intiero corſo del movimento, il che ſecondo le più accurate ſperienze è falſiſſimo. Il corpo duro nel primo iſtante ſi fa ſtrada per il mezzo liquido ſuppoſto in quiete, ma nel progreſſo le coſe ci ſi mutano in mano; atteſochè quanto più il ſolido perde di moto, tanto più il fluido ne acquiſta. Una porzione di queſto viene ſpinta avanti giuſta la direzione del ſolido, ed un'altra parte, per riempiere il ſito laſciato vano, torna indietro ad urtar il corpo, che tuttavia ſi va avanzando. Le due forze direttamente contrarie debbono alla fine equilibrarſi; per la qual coſa qualunque ſi finga la legge delle reſiſtenze, il ſolido ha da ridurſi allo ſtato di ripoſo. Ben è vero, che agitato il fluido da un moto miſto di retto, di curvilineo, e di ondeggiante, e variate di tempo in tempo le circoſtanze, egli è d'uopo, che le regole delle reſiſtenze ſi diverſifichino, e che nel principio una ſe ne adoperi dalla Natura, la quale non ſuſſiſte nel proſeguimento, e dà luogo ad altre molte, le quali, ſe mal non mi appongo, a cagione della unione, e della meſchianza di parecchi elementi, non conſentono, che ſi poſſa loro applicare l'induſtria de' noſtri computi. Vegganſi gli ſperimenti regiſtrati dal Cavalier Iſacco Nevvton nel ſecondo libro de' ſuoi Principj intorno le reſiſtenze, che ſoffrono i pendoli oſcillanti nell'aria.

CAPITOLO DECIMOSESTO.

Della Probabilità.

I.

MI ſi apre un vaſto campo, avendo io a ragionare della probabilità: principio, che ammette una ſterminata eſtenſione, e che va accompagnato bene ſpeſſo da una nociva ſecondità. Regola eſſo per la maggior parte i penſamenti, e le azioni degli uomini: dà norma alle arti tutte, e ſpezialmente alle conghietturali, come la Politica, la Giuriſprudenza, la Mi-

Militare, la Nautica, la Medicina, e ad altre parecchie: domina non ſolo nelle ſcienze umane, ma frequentemente s'inſinua nelle divine. Appreſſo il probabile, o vogliam dire il veriſimile (avvegnachè il divario fra queſte due idee quaſi identiche, e fra queſti due vocabili quaſi ſinonimi è tanto ſottile, che per comprenderlo fa di meſtieri entrare nella giuriſdizione della Rettorica, e della Poetica) ci guida del pari al vero, ed al falſo, e di rado interviene, che ſi ſgombri dalla noſtra mente ogni nebbia d'ambiguità. La veroſimiglianza non va mai diſgiunta dal dubbio, e per quanto ſi sforzi l'intelletto di dar polſo, e lena a ragioni ſoltanto probabili, non reſta mai intieramente pago, ſe non gli vien fatto di afferrare la verità.

Se ci fuſſe per buona ſorta conceſſo di veder chiaro in ogn'incontro, ed in qualunque materia, quanto viverebbono gli Uomini più concordi, e conſeguentemente più felici: ſebbene l'amor proprio avvalorato dall'intereſſe, e dalle paſſioni fa sì, che ſpeſſe fiate ſi ripugni alla verità conoſciuta, non che alle opinioni più probabili, ſulle quali ſi trova da piatir ſempre, e da contraddire. Alle volte il vero è un obbietto odioſo, che ci conturba, e ſveglia in noi delle nojoſe affezioni; perchè ſi vorrebbe a tutto coſto dar ad intendere, che milita per noi la ragione, quantunque ſiamo dalla parte del torto. Interviene maſſime nel fervore delle conteſe, che tal uno metta fuori una ſua ſpecolazione, e talmente s'invaghiſca del ſuo parto, per altro vizioſo, e deforme, che non ceda ad una eſperienza palpabile addotta in contrario, o ad una dimoſtrazion rigoroſa. Le oppoſizioni ſi leggono con prevenzione, e con diſprezzo, e quaſi che coll'inciampare in qualche errore ſi diſcapitaſſe nella filoſofica riputazione, ſi litiga ſopra ogni punto, ſi gavilla ad ogni paſſo, e ſi mettono a campo quelle fievoli, e meſchine probabilità, le quali ad altro non ſervono, ſe non ſe a moſtrare in faccia del mondo, che non ci diamo per vinti, e a poter dire, che ſi è riſpoſto.

La mente umana, che va riposta fra le ſoſtanze, che ſanno d'eſſere, è talmente limitata, che ſempre non può colpire nel vero. Per la qual coſa nelle quiſtioni, in cui o ci ſono ignoti i principj, o mancano della debita evidenza, e ſono oltremodo lunghe, ed imbrogliate le deduzioni; fa ſpeſſiſſimo di meſtieri appigliarci alla probabilità, ch'è un ombra, ed un'apparenza del vero. Ne ſi creda, che tal maniera di ragionare per via di veroſimiglianza ſia meno laborioſa dell'altra, per cui ſi va in traccia della verità; avvegnachè bene ſpeſſo una ſtrada ſola, e regia ci guida al vero, e ſe molte fiate ci ſi preſentano parecchi ſentieri o più lunghi, o più intralciati, tutti però vanno a terminare alla ſteſſa meta: laddove quante ſono le teſte degli Uomini, altrettante, e frequentemente o diſparate, o contrarie, ſono le vie del probabile, le quali in vece di congiugnerſi, maggiormente ſi ſeparano, e mettono capo ne' diſpareri, e nelle contraddizioni.

II.

Abbiasi a maneggiare un negozio importante, e perplesso accompagnato da poco lume, e da molto bujo, in cui c'entrino parecchie circostanze, le quali ci stanno anzi gli occhi o favorevoli, o pregiudiziali, ed altre, che da lontano si prevedono, oltre quelle, che per viaggio fuori d'ogni aspettazione s'incontrano; il nostro intelletto al premuroso affare assiduamente applicato, e gli Amici più periti nelle vicende del mondo chiamati a consulta ci suggeriscono alquanti partiti differenti, e forse opposti, fra'quali per iscegliere il migliore, ed il più consacente, si debbe porre ogni studio. Dopo averli ben conceputi, e ben penetrati, onde non nascano equivocazioni, che sono pur troppo frequenti, bisogna prenderli per mano ad uno ad uno, e farsi accuratamente ad esaminarli, non trascurando qualsisia minuta particolarità, e sopra tutto trattenendosi di proposito in ciò, che giova, ed in ciò, che nuoce. Appresso i ripieghi proposti vogliono riporsi sulla bilancia della ragione, indi previa una rigorosa discussione, deesi osservare da qual parte il momento dei motivi preponderi. Per ultimo si viene alla elezione, che non va mai disgiunta dalla perplessità; conciossiachè ci resta in mente il sospetto, che i nostri raziocinj siano o falsi, o mancanti, e che siaci un non so che di oscuro, e di nascoso, onde per isvelarlo più agio, e più tempo ci si richieda.

Torniamo dunque da capo: ed il bello si è, che oggi si ripudia ciò, che jeri si è approvato, o ci comportiamo tutto al rovescio, e lunga stagione durerebbe l'incertezza, se l'interesse, la speranza, e tal fiata la necessità non ci astrignessero ad operare, messa in non calere l'ambiguità, ed il timore, che d'ogn'intorno c'ingombrano. Alcuni celeri ne' loro divisamenti, e caldi di fantasia sono spinti da una naturale impazienza a qualunque ardua intrapresa, e spesse fiate con fortunata riuscita: altri poi oltre modo cauti, e guardinghi, che sentono il peso delle difficoltà, non si arrischiano di deliberare così di leggieri, benchè la irresoluzione torni in loro discapito. Queglino peccano nell'eccesso, e questi nel difetto; e perciò conviene battere una strada di mezzo, e dilungarsi giudiziosamente dall'uno, e dall'altro estremo. Ho veduto certi diriggersi a capriccio, e contro l'universale opinione conseguire l'intento, e molti cadere dall'aspettazione quantunque coi dettami della più fina prudenza si regolassero: e pure è pregiudizio quasi universale il misurare la buona, o rea condotta dall'esito. Ma ciò non basta: quante volte a mezza strada, o sul fine del cammino ci si affacciano delle novelle circostanze, che tirano seco gravissime perplessità. In tali casi egli è d'uopo voltare ad altro vento le vele, e solcare altri mari, ed esporsi ad altre burrasche, per giugnere al porto felicemente.

III.

III.

Suole ai noſtri giorni agitarſi con calore una celebre quiſtione: Se in qualſivoglia incontro ſiamo tenuti a pigliare per norma unica de' noſtri pareri, e delle noſtre azioni la maggior probabilità, rigettando la minore, che mal colla vera prudenza ſi accorda. Io per isfuggire le brighe, che ſeparano in fazioni le ſcuole più rinomate, laſſo il problema indeciſo, e ci faccio ſopra alcune avvertenze, che vengono a feſta del mio ſoggetto.

In Natura c'è certamente il vero, e nel mio intelletto il vero, ed il falſo; in quanto cioè le mie propoſizioni ſerbano conformità cogli obbietti, o da eſſi diſcordano. Oltre i miſterj rivelati, che da me profondamente ſi adorano, evidentiſſimi ſono i primi principj, che la Metafiſica ci ſomminiſtra, le dimoſtrazioni geometriche, ed analitiche, e le ſpiegazioni di parecchj fenomeni fiſici derivate dagli aſſiomi fondamentali, dalle leggi conoſciute della Natura, e dagli eſperimenti ben avverati. Una pari certezza attribuiſco alle maſſime originali dell'Etica, ed a quelle, che regolano l'umana ſocietà, le quali contemplate dall'intelletto fanno figura di verità primigenie, e traſportate all'azione ſi chiamano oneſtà, e giuſtizia. Ma come ſi faccia tranſito dal vero al veroſimile eſtendendo, e combinando l'idee primitive, è molto malagevole inchieſta. Quanto più avanziamo cammino, tanto più fievole è il lume, che ci riſchiara; attalchè in progreſſo al vero ſottentra il probabile. C'è poi un'altra ſorta di vero, ch'io chiamerò ipotetico; perchè ſebbene la coſa ſenza repugnanza può ſtare diverſamente; pure ſi vuole, che ſtia così, o per autorità dei Legislatori, o per la coſtanza de' giudizj, o per il comun conſenſo de' popoli. Queſte verità, che ſi poſſono anco appellare arbitrarie, da per tutto non an luogo, e baſta dar un' occhiata alle varie leggi, ed ai diverſi coſtumi delle nazioni antiche, e moderne. Dipendono eſſe dall' accoppiamento, e dall' ampliazione delle idee primigenie, ed originali, ed è una maraviglia, qualmente ſopra cotali concepimenti eſerciti la ſua giurisdizione il Probabiliſmo.

IV.

In queſto mentrè poſte da canto sì fatte ideali nozioni, che dalle menti umane ſi formano, e le quali per poco che s'imbroglino, e ſi complichino, ſono una miniera ineſauſta di controverſie, e ſe ne ha la prova nelle oſtinate diſcrepanze de' Giureconſulti, de' Politici, e de' Teologi; mi riſtringo a far parola della ſola probabilità, che domina nelle Scienze, e ſpezialmente nella Fiſica. Dico per tanto, che non dobbiam laſciarci condurre dall' apparenza del vero, e che ſarà ſempre miglior partito ſoſpendere il proprio giudizio, piuttoſto ch' eſporſi al riſchio d' errare. Le veroſimiglianze addotte a larga mano dai Filoſofi ſecondo me compongono la ſtoria delle opinioni degli Uomini, ed il romanzo de' lor penſamenti. E' bene il ſaperle, ma non ſi dee loro dare più riputazione di quello, che meritano: ſe non ſe forſe taluna d'eſſe mutaſſe ſtato, e di verifimile in vera ſi

traſ-

trasformaſſe. Sin ora delle mille appena una ſe ne ravviſa dotata di tal privilegio, e tutto dì ſi ſcoprono moltiſſime verità nuove, ſenza che ſi vegga abilitata ad eſſer vera una probabilità antica. Conchiudo, ch' io non condanno il ſervirſi ne' fiſici inveſtigamenti d'una qualche conghiettura, e d'una qualche non ripugnanza, ma parcamente, e colla debita circoſpezione, non iſpacciandola per più di quello che vale, pronti in ogni evento a mutar parere; avvegnachè la docilità è il più bel pregio d'un ingenuo Filoſoſo.

Mi ſi dirà, che la cupa oſcurità delle coſe naturali ci obbliga ad appagarci del probabile: altrimenti da' confini anguſtiſſimi ſarebbe circoſcritta la Fiſica, ed in poche pagine ſi epilogherebbe la ſcienza degli Uomini. Riſpondo, ch'io non leggo regiſtrato ſul volume della Natura il probabile, ma che ſta ſoltanto ſcritto ſu' noſtri libri, ed impreſſo nelle noſtre menti. Che ſorta dunque di ſcienza diventa la Fiſica, ſe diſtratti noi dalla comtemplazione della Natura unico obbietto delle noſtre laborioſe ricerche, ci chiamiamo paghi delle ſole umane immaginazioni? Guardiamci ſopra tutto, che una diſciplina sì nobile, la quale ci manifeſta in qualche piccola parte il maraviglioſo onnipotente artifizio del Facitore dell'Univerſo, in vece di muovere nuovi paſſi, non torni indietro, ed abbiam ſempre a mente la maſſima del Galileo, che quanto più la Fiſica ſarà perfetta, tanto meno verità inſegnerà: ed io aggiungo, che meſſe in non cale le ſentenze probabili, tanto manco ſarà ſoggetta agli errori.

V.

Si ripiglierà, che ripudiate certe tenui veroſimiglianze, che portano con ſeco indizj chiari di falſità, dobbiamo attenerci alle opinioni più ſane, che molto da vicino al vero ſi accoſtano. Io per me credo, che ogni filoſofante di buon ſenno in tal maniera ſi adoperi, e ſi perſuada d'avere dal ſuo canto delle ragioni plauſibili. Da qual ſorgente dunque ſcaturiſcono le controverſie, e le diſſenſioni? Alla giornata eſcono alla luce novelle ſpecolazioni, ſemi di contumaci contraſti, le quali s' impugnano, e ſi difendono ſovente con ſoverchia acrimonia, e con poca oneſtà. Chieggio qual profitto, qual incremento apportino alle ſcienze cotali letterarj litigi, atti piuttoſto a diſtruggerle, che ad ampliarle? Il diſordine naſce dall'eſſere molto difficiliſſima impreſa il colpire nello ſcopo del più probabile; concioſſiachè ci mancano i criterj ſtabili, e fermi per diſcernere con ſicurezza i gradi della probabilità. In fatti un argomento ſa nella mente di tal uno una gagliarda impreſſione, che dagli altri ſi ſtima debole, ed inconcludente: ſegno manifeſto, che il più probabile non ci perſuade in quanto ſia tale realmente; ma perchè ſiccome tale ſoltanto in apparenza dal noſtro intelletto vien ricevuto. E per reſtarne pienamente convinti ſi rifletta, che un numero grande di opinioni ai tempi de' noſtri maggiori erano tenute univerſalmente ſiccome probabiliſſime, le quali ai noſtri giorni paſſano per onninamente ſcreditate. Dove è andata a finire la riputazione de' dogmi Ariſtotelici, e che conto faſſi oggidì delle ipoteſi Carteſiane, che nel ſecolo paſſato aveva-

avevano invaſa tutta l'Europa? Augurо miglior fortuna ai ſiſtemi preſentemente dominanti: ma perchè non eſcono eſſi dalla linea della probabilità, nè ſono dimoſtrati, nè forſe dimoſtrabili; non ſo predire qual trattamento riceveranno dai poſteri.

VI.

Soggiungo, che il vero è unico, ma non così il probabile; mercecchè allo ſteſſo ſteſſiſſimo fenomeno fiſico molte ſpiegazioni ſi adattano, e ſuccedono alle vecchie le più recenti; di modo che per lo meno tante ſono, quanti i ſiſtemi, o quanti i diverſi concepimenti degli uomini, giuſto il vecchio adagio: quante ſono le menti, altrettanti ſono i pareri. Una ſola poſizione veroſimile colla vera ſi dà mano, e forſe niſſuna; atteſochè tutte le fin ora propoſte, e quelle, che in avvenire ſi proporranno ponno egualmente col falſo accoppiarſi. Come poſſo dunque io ragionevolmente promettermi, che il vero ſconoſciuto, di cui non ho prova evidente, mi ſi affacci ſotto l'aſpetto di probabile, e che io cavi, per così eſprimermi, un terno al lotto di Genova? Senza fallo la ſteſſa probabilità nol conſente, e ſarà ſempre più probabile, che col falſo la mia ipoteſi ſi congiunga, ed una volta, o l'altra col corſo del tempo, e colle replicate meditazioni venga a ſcoprirſi l'inganno, che ſotto il velo della probabilità non può guarentirſi naſcoſto.

VII.

Appreſſo il vero è ſempiterno, invariabile, ed aſſoluto: vice verſa il veroſimile è temporaneo, mutabile, e relativo. La Natura ineſorabile, che non tien conto delle probabilità, nelle ſue operazioni non muta ſtile, nè ſi piglia cura, qualmente gli Uomini ſeco loro ſe la diſcorrono. C'è un gran divario fra il mondo reale, e l'immaginato. Nell' uno gli effetti, e le cagioni coſtantemente perſiſtono, e della medeſima prerogativa debb' eſſere fornita la ſcienza fiſica, cioè a dire ſia ferma e ſtabile ne' ſuoi dogmi, e le ſue notizie corriſpondano inviolabilmente agli obbietti. Nell'altro ſi tenta di fabbricare un ſiſtema di coſe, che fuori di noi non eſiſte, e ſi mette ogni ſtudio non già per accomodare le noſtre cognizioni ai ſoggetti, ma bensì per diſguiſarli in maniera, che ai noſtri concepimenti a diſpetto della Natura ſi adattino. Chi ne bramaſſe un qualche ſaggio, dia una occhiata a ciò, che intorno la Meccanica, e le galleggianti ci ha laſciato Archimede, ed ai principj dell'Ottica, che ci vengono da Euclide, perfezionati da Alaazzeno, e da Vitellione (mentre delle ſcoperte recenti per ora non ſo parola). Poſcia ſi rivolga alle innumerabili viſioni dei Fiſici ſiſtematici, ed ipotetici, che ſi ſono laſciati guidare dalle conghietture; e ſaprà dirmi, che differenza ci corra tra il ſapere e l'opinare. Le verità promulgate dai lodati vecchj geometri ſoſtenute da invincibili dimoſtrazioni dopo tanti ſecoli tuttavia durano, e dureranno in avvenire, fin a tanto che ſarà in pregio la fiſico-matematica: laddove il dominio della probabilità è di cor-

ta vita, ed a guisa delle foglie degli alberi, le opinioni d' anno in anno cadono, e si rinnovano. Le nuove viste, che giornalmente in pubblico fanno comparsa, sogliono leggersi siccome tante novelle letterarie, e di rado avviene, che si sostenga l' assenso, o il dissenso, e che trà il sì, ed il nò si serbi una modesta indifferenza; conciossiachè se favoriscono le nostre inveterate prevenzioni, senz' altro esame si approvano, all'opposto se ci son contrarie, dispettosamente si rigettano, e si cerca a tutto potere di screditarle. Dov'è, dico io, la filosofica ingenuità, la quale non si lascia sedurre dall'amor di fazione, e tiene sempre l'intelletto in bilancia, quantunque volte non ci sieno motivi convincenti, che a prender partito necessariamente lo spingano? Non si creda intanto, e così chiudo la presente materia, ch' io sia tanto rigido, che in tutte le discipline alle verosimiglianze voglia dar bando. In quelle, che discendono alla pratica, fa di mestieri contentarsi del probabile, e delle ragionevoli conghietture; attesochè chi aspettasse d' essere rischiarato dalla verità escludente qualsisia dubbio, molto di rado ad operar s'indurrebbe. Nelle altre, che nella pura speculazione si esercitano, non ci veggio lo perchè così facilmente abbiamo a determinarci. Gioverà bensì il sottoporre ad un maturo esame le varie sentenze, e ci riuscirà di trovarle tal fiata vere, ma per lo più o false, o mancanti. Secondo me merita egual lode chi gitta a terra una fabbrica mal fondata, e chi ne innalza una soda, e massiccia. In tal guisa le scienze, ed in particolare la Fisica con lungo studio si espurgano, e si riducono a perfezione; non essendo cosa nuova, ed insegnandoci la frequente esperienza, che per una serie d'errori probabili si perviene finalmente alla verità.

VIII.

Da ciò, che fin ora ho insinuato, parmi di dover stabilire una massima incontrastabile, che la Fisica si fonda sopra una doppia evidenza, cioè evidenza di ragione, ed evidenza di senso. Una dai primi, originali, chiari, ed infallibili principj, o dalle verità antecedentemente conosciute, per via di retti, e dimostrativi raziocinj deriva la serie delle sue conclusioni, in passando grado grado dalle più semplici alle più composte. L'altra si ferma sui fatti, ed a forza d' istituire, e di replicare gli esperimenti ci dà una esatta contezza de'fenomeni fisici, e ci porge le chiavi per aprire le porte della Natura. Adesso non verso di proposito sulle esperienze, riserbandomi di maneggiar altrove con accuratezza questo importante subbietto. Mi trattengo alquanto in considerare una sorta di probabilità, che viene ad uso frequentemente, e trae l'origine dalla fede umana. Questa in parecchie occasioni cammina così rapida, che in pochissimi passi giugne ad una perspicua evidenza, cui si dà nome di morale certezza. Mi viene narrato essere seguita una giornata campale. Al primo annunzio prudentemente il mio giudizio sospendo, mentre osservo la novella fornita d'una tenue probabilità. E sebbene gli antecedenti racconti, per esempio, che gli eserciti erano a fronte, me la rendono persuasibile; con tutto ciò non depongo il mio dubbio, perchè mi sov-

viene

viene d'eſſere ſtato in ſimili incontri altre volte deluſo. Ma ſe la notizia viene da più parti, e replicati corrieri in giro la portano, come poſſo negarle l'aſſenſo ſenza nota di temerità, e d'oſtinazione? Ed ecco qualmente tratto tratto va creſcendo la probabilità, ed un picciolo numero di motivi la ſan diventare in breve tempo certiſſima, ed infallibile. Nelle materie di fatto, benchè la fede d'un uomo ſolo, o di pochi non oltrepaſſi i limiti del veriſimile, accoppiati però i racconti, ed aggiunti i probabili ai probabili, fanno tal forza, ch' eſcludono ogni ſoſpetto di falſità. In diverſa maniera ſi dee diſcorrere riſpetto alle circoſtanze dei fatti, e maſſime intorno le più minute; perchè rare volte accade, che un avvenimento ci venga dipinto colle medeſime particolarità, e non ci vuol poco a ben purificare le relazioni. In tali caſi la probabilità procede lenta, ed atteſe le narrazioni o diſparate, o contrarie, può ſuccedere, che della incertezza non mai ſi ſpogli. Quante diſpute oggidì s'agitano ſopra le memorie laſciateci dagli antichi Scrittori, ſpezialmente ſe ſono fra loro diſcordi, e parlano de' tempi da noi rimotiſſimi? Quanti punti di Storia, e di Cronologia tra gli Eruditi moderni ſi mettono in controverſia? Non ci ſarà chi nieghi eſſerci ſtato Ciro il grande, ed almeno in genere non caderanno in dubbio le ſue ſtrepitoſe conquiſte: ma qual partito piglieremo ſul modo della ſua morte: a chi preſteremo credenza, ad Erodoto, o a Senofonte? Egli è vero, che l'arte Critica ci porge lume, e ci guida bene ſpeſſo con ſicurezza: ſebbene ci ſono moltiſſimi incontri, ne' quali i ſuoi criterj vengono meno, ed i ſuoi canoni ci abbandonano, reſtando tuttavia dopo tante fatiche le quiſtioni indeciſe. Nel caſo addotto le regole critiche forſe ci ſuggeriranno, che Senofonte, quantunque meno antico, merita tuttavia maggior fede, ſiccome colui, che avendo militato ſotto Ciro il giovane, era più iſtrutto delle memorie Perſiane. Oltrechè non ſarà inutile ſtabilir di paſſaggio un criterio, ed è: che tra gli Storiografi contrarj o nella ſoſtanza de' fatti, o nelle importanti circoſtanze ſi ſeguiti per l'ordinario quello, che eſpone più naturalmente i ſucceſſi, e più dal mirabile ſi diſcoſta.

IX.

C' è una ſorta di probabilità non già in materia di fatti, ma d'opinioni (avvegnachè appello probabile qualunque propoſizione, che non giugne all' evidenza. ed ha luogo, qualora ſi ſtima bene di ſottomettere il noſtro all'altrui parere, e maſſime a quello degli uomini accreditati, e degli autori più famoſi, e ſpezialmente ſe del ſubbietto in quiſtione abbiamo o poca, o niuna contezza. Diceva ottimamente S. Agoſtino, che la più facile maniera di ſapere, e con minor fatica ſi è il credere. E vaglia il vero, ſe il Maeſtro è d'infinita ſcienza dotato, e tale, che non può ingannarſi, nè ingannare, a' ſuoi dogmi accompagnati da una infallibile certezza, quantunque oſcura, e miſterioſa, ſi debbe un ragionevole oſſequio. Si aſcriva alla Divina Bontà il conſiglio d' aver poſto freno per mezzo della revelazione ai penſamenti, ed alle azioni degli uomini; perchè altrimenti non ci ſarebbe brutalità, in cui non ſuſſero precipitati: tanto le ſregolate

affezioni ſoffocano, per così eſprimermi, la ragione. Negli affari comuni; o morali, o civili, o politici, e nelle arti tutte liberali, e meccaniche a chi dobbiam rifuggire, ſe non ſe a coloro, che ne' meſtieri ſon riputati peritiſſimi, ed anno ſtudiate profondamente le materie, e principalmente agli Scrittori lontani dalle paſſioni, e dall'intereſſe? Per la qual coſa la probabilità eſtrinſeca fondata ſull'autorità preſiede alla condotta della vita umana, e ſarebbe ancor più giovevole, ſe i maeſtri di primo nome foſſero fra lor più concordi. La diverſità de' pareri ci fa tal volta inciampare in qualche sbaglio: ma così abbiamo a diriggerci; perchè fa d'uopo d'andar in traccia di quella veroſimiglianza, che meno agli errori ſoggiace. Abbiamo a comportarci con altre regole nelle Scienze, che ſi trattengono nella pura ſpecolazione, ed alla pratica non diſcendono. Oggidì ci ſiamo per buona ſorta ſottratti dalla tirannia del Maeſtro di coloro, che ſanno, voglio dire d'Ariſtotele chiamato il genio della Natura. Si cercava non mica, ſe coſtui diceſſe il vero, o il falſo, ma ſemplicemente coſa diceſſe, e s'impiegavano i libri intieri per indagare, qual foſſe il ſuo ſentimento, che poſto in chiaro ſi giudicava infallibile, nè ſi credeva, che foſſe mai caduto in paralogiſmo, ſalvo che ne' caſi, in cui i dogmi Peripatetici ſi opponevano alla religione. Preſentemente nè il numero, nè la riputazione de' Filoſofi o antichi, o moderni aggiugne alle opinioni una dramma di probabilità. Ognuno penſa a ſuo ſenno, e ſiamo tanto delicati, che non vogliamo arrenderci, fuorchè alle evidentiſsime dimoſtrazioni. Le coſe cammineranno ottimamente, fin che la libertà letteraria, traſcurato il probabile, al vero unicamente ſi appiglierà. Per altro degenererà in una ſedizioſa, ed inſolente Anarchia.

X.

Applico le probabilità concernenti i fatti alle fiſiche oſſervazioni. Ad ognuno è noto, che ſenza gli eſperimenti alla mano non ſi fa profitto nelle cognizioni naturali, nè diamci a credere, che baſti uſare i ſenſi col porgere alla sfuggita una qualche occhiata all'Univerſo in generale, ed in particolare agli obbietti, che ſono alla noſtra portata, ſiccome era coſtume dei Filoſofi dell'età priſca. Egli è d'uopo penetrare internamente ne' più reconditi artifizj della Natura, a fine ch'eſsa c'inſegni con quali leggi fondamentali, e ſecondarie dia regola a' ſuoi maravigliosi fenomeni. Se noi foſſimo preſenti alle quotidiane ſperienze, che in ogni parte dove fioriſcon le Scienze, con attenzione, e ſagacità ſi lavorano; s'avrebbe intorno ad eſſe una piena evidenza di ſenſo, e con ſicurezza ſe ne potrebbe far uſo nelle noſtre perquiſizioni. Ma non eſſendoci ciò conceduto, biſogna attenerci alla fede umana, e filoſofica, guardandoci però, che non degeneri in una ſoverchia credulità. La Storia della Natura è ingombrata d'innumerabili favole, e gli ſteſsi fiſici eſperimenti, che ſi ſpacciano per infallibili, e vengono da mani perite, ſe non ſono apertamente falſi, de' quali io potrei teſſere un lungo catalogo, almeno poſti all'eſame ſi ravviſano o non ammeſſi da tutti, o mal circoſtanziati, o troppo favorevoli ad un ſiſtema. Per

quello

quello concerne il criterio della probabilità, avvegnachè ſiamo in materia di puro fatto, ne' paragrafi antecedenti ſe ne ſono preſcritti i canoni. Le oſſervazioni fatte ſotto gli occhi di molti ſoggetti diligenti, e perſpicaci, e maſsime delle intiere Accademie, che replicate in più luoghi, ed in più tempi eſattamente concordano, che fra loro non ſi oppongono, che non ripugnano alle precognizioni ben iſtabilite, e che d'anno in anno ſi ripetono ne' corſi della Fiſica eſperimentale, arrivano paſſo paſſo a quei gradi di ragionevole probabilità, che ſi congiugne colla morale certezza: la qual certezza, benchè non naſca nè da raziocinj dimoſtrativi, nè dalle impreſſioni ſenſibili, rimove ogni dubbietà, e ci convince con motivi di forza pari ai ſcientifici, ma nello ſteſſo tempo più popolari, ſiccome alla comune intelligenza ſoggetti. Negli altr'incontri ci vuole diſcrezione, e diſcernimento, e ſenza gagliardiſſimi indizj non ſi dee negar credenza agli autori accreditati, che dicono d'aver eſperimentato. Non abbiamo dunque a ſtupirci, che l'arte critica s'introduca nella Fiſica, e che abbiamo bene ſpeſſo a mettere in pratica le ſue regole.

CAPITOLO DECIMOSETTIMO

Si proſeguiſce il diſcorſo intorno la Probabilità.

I.

OLtre i diverſi generi, ed i varj gradi delle probabilità meſſe in viſta nel precedente Capitolo, un'altra ſpezie ve ne ha, che dee chiamarſi ſcientifica, di cui a ragionare brevemente mi accingo. Eſſa ha cominciato a' noſtri tempi a fare la ſua comparſa, e mercè le ſcoperte di alquanti valentuomini, ed in particolare del celebre Jacopo Bernoulli Profeſſore di Groninga è poggiata all'alto poſto di Scienza utiliſſima alla civile Società, e munita di chiare dimoſtrazioni cavate dal ſondo dell'Arimetica, e dell'Analiſi, e dalla teorica delle progreſſioni. E' coſa mirabile, qualmente per opera dell'umano intelletto la contingenza ſi trasformi in una ſorta di neceſſità riſtretta fra certi limiti, e che per ſino al caſo, ed alla fortuna le regole ſi preſcrivano. Di ſopra ho notato darſi una ſpezie di probabilità in materia di fatto, che a gran paſſi, ed in breve tempo perviene alla morale evidenza: ma nel genere, di cui prendo a favellare, la coſa procede diverſamente; perchè non così toſto s'adempie l'aſpettazione, e ſi pareggiano le partite: anzi ſiamo in un continuo bilanciamento, facendoſi paſſaggio dall'eccesſo al difetto per mezzo dell'eſatto, che frequentemente col proſſimo ſi confonde.

L'artifizio di miſurare il probabile unicamente conſiſte nel ridurre a computo tutti i caſi poſſibili, niuno eccettuato, che a coloro, i quali anno intereſſe nella faccenda, ſono o favorevoli, o contrarj, non dovendoſi in molte occaſioni traſcurare anco i neutri, i quali ſebbene nulla conchiudono

dono per quello appartiene al vantaggio, o al discapito dei partiti; tirano però in lungo la decisione. A cagion d'esempio nel giuoco della bassetta l'Aritmetica m'insegna, che in tante maniere nè più, nè meno si ponno combinare cinquanta due carte. Il numero intiero de' combinamenti sia = A, e fra essi la moltitudine B sia propizia a chi tiene banco, e la C all' altro giocatore. Quì si avverta, che tutti i casi non sono pari; perchè il punto in faccia importa due terzi della posta a pro di chi taglia, e l'ultima carta nulla vale a benefizio di chi mette. E succedendo sovente, che oltre il primo punto si faccia andare il secondo, il terzo, ed anche il quarto; fa d'uopo rinnovare i calcoli in tutte le addotte supposizioni, e ci verrà fatto di rilevare il privilegio, che sopra il suo competitore gode il banchiere, e presi per mano gli autori, che trattano tale materia, saprà la precisa proporzione tra il vantaggio del primo, ed il discapito del secondo. E quantunque il profitto paja tenue, e minore di quello arrecato dal giuoco di Faraone; a forza però di moltiplicare i tagli, si rende sensibile, e porta con seco la necessità di perdere. Appresso impareranno coloro, che non fanno altro mestiere, che giocare, quali siano gl' incontri più favorevoli d'arrischiare i loro dinari, e che coll' interessarsi in più banchi sono moralmente sicuri di vincere.

II.

L'estimazione del probabile si fonda sul principio della indifferenza; conciossiachè se tutti gli eventi sono egualmente pronti ad accadere, allora come il numero d'essi o a vantaggio, o a danno, così le probabilità: e se molti successi compariscono più agevolmente degli altri; ne segue, che le aspettazioni seguitano la ragion composta dei numeri stessi, e delle facilità. E' necessario pertanto, che amendue le proporzioni ci siano note; perchè altrimenti non abbiamo dati abbastanza per soddisfare al problema. Nella gran Bretagna gli uomini, presa una vita media fra le più lunghe, e le più corte, durano in generale venti anni, e venti uno nelle nostre regioni, conforme l'esperienza c' insegna. Il clima dunque, la maniera del vitto, ed altre circostanze fanno sì, che più presto si muoja in Inghilterra, che in Italia, e che si serbi l'assegnata proporzione, laonde ne' censi vitalizj l'Inglese a confronto dell' Italiano può giustamente a norma della probabilità esigere un qualche tenue maggior profitto. Suol correre un comune pregiudizio, che nelle investiture a vita, quanto il soggetto, su cui si fondano, è più tenero d'anni, tanto meno si deggia annualmente contribuire. E pure la faccenda cammina al rovescio in parecchi incontri. Nei bambini di fresco nati il computo va istituito sugli anni vent'uno di vita: laddove ne' giovani pervenuti all'età consistente, per esempio d'anni venti, la loro vita media più oltre si estende fino agli anni trenta sei in circa. In altre congiunture le immediate osservazioni ci daranno la norma delle probabilità, per ridurre a dovere tali contratti.

Un mio stimatissimo amico si è presa la noja di replicare successivamente in più giorni i tagli al giuoco di Faraone fino al numero di dieci mille,

mille, per accertarsi col fatto, che il caso, quantunque paja a prima vista indocile, soggiace tuttavia alle leggi prescritte dai matematici. L'asso era il suo punto, ed a fine, che la sorte fosse pareggiata, non badava egli alle gemelle, nè all'ultima carta, che si vuole inoperosa. Osservava, che di tempo in tempo il giuoco andavasi equilibrando, e che tante fiate appunto i quattro assi erano venuti primi, quante secondi. Ora superava un partito, ed ora l'altro, ora più, ed ora meno, ed ondeggiando per così dir la fortuna, la probabilità d'uguaglianza stava di mezzo prossimamente in fra due, piegando quasi egualmente dall'uno, e dall'altro lato. L'esito fu, che finito il tedioso esperimento, la sorte si dichiarò favorevole agli assi primi, che comparvero tali 5003 volte, e 4997 secondi, differenza appena comparabile colla moltitudine de' tagli, e che sarebbe onninamente svanita, se la prova all'infinito si fosse continuata. Così dee necessariamente succedere; avvegnachè posto, che di due probabilità eguali una sempre predominasse a confronto dell'altra; l'effetto stabile ad una costante cagione avrebbe ad attribuirsi: lo che ripugna evidentemente all'indifferenza, la quale richiede giusto l'ipotesi assunta, che ogni caso in particolare faccia di se mostra con pari facilità, nè ci sia ragione assegnabile, per cui una parte si ravvisi più dell'altra privilegiata.

III.

In questo mentre non ci sarà forse chi incorra nell'errore puerile di dar quel corpo, che non anno, al caso, ed alla fortuna, che sono nomi vuoti di significato, e fantasmi dalla umana ignoranza prodotti. Quella speziale combinazione di carte da giuoco, che ad esclusione di qualunque altra egualmente possibile ci sta sotto gli occhi, è senza dubbio un effetto vero, e reale, che da cause appropriate, e necessarie la sua origine riconosce, cioè a dire dall'anteriore disposizione delle carte medesime, dalla foggia particolarissima di mescolarle, e da cento altre circostanze. Ma perchè di tutte queste fisiche azioni noi siamo totalmente all'oscuro, si computano per nulla (se pure non c'entra di soppiatto qualche sagacità di mano ingannatrice, come sovente interviene) e qualora mancano le notizie delle cagioni operanti, gli effetti indi nascenti da noi impropriamente si giudicano casuali, e fortuiti. Ciò non ostante stanno ferme nel loro vigore le regole della probabilità, le quali ben intese ci liberano dalle sciocche vanità, e dalle false preoccupazioni. Non c'è cosa, che renda gli uomini più superstiziosi, più fantastici, e starei per dire più irragionevoli, quanto la passione d'indovinare, massimamente se torna in loro profitto. Ne piglio un saggio dai lotti pubblici, ed invito i Lettori a riflettere posatamente, come si comportino le persone anco prudenti e discrete, per accertare secondo le loro ridicole prevenzioni un terno lucroso; avvegnachè sarebbe un perdere il tempo consumandolo in registrare le loro lepidissime inezie.

IV.

IV.

I numeri delle combinazioni determinano le probabilità, e dalle probabilità prendono norma gli avvenimenti. A miei giorni per gabbare i semplici, si è usata da taluno l'arte di proporre varj giuochi, computata prima la loro probabilità. Toccava al competitore ignaro della occulta fraude, di scegliere a caso il partito. Se per avventura si appigliava al migliore, il giuoco decideva di picciole somme, e per breve tempo, mostrandosi di fare una qualche sperienza a titolo di divertimento. Ma se succedeva all'opposto, ed era l'elezione pregiudiziale, sapeva l'astuto inventore ben cogliere il suo profitto, e caricando il giuoco, convertire in propria utilità l'altrui ignoranza. Fa di mestieri prima d'ogni altra cosa scandagliare il fondo della nostra probabilità; e se non abbiam cognizione bastante, non occorre, operando cautamente, esporsi al pericolo di restar soccombenti. Appresso stiamo guardinghi di non lasciarci raggirare dalle invecchiate popolari opinioni, le quali ci tolgono alle volte di mano una parte della verosimiglianza, che milita a nostro favore. Per aggiugner nuovo lume alla materia, vengono a taglio alquanti corollarj.

In primo luogo signoreggiando in tutti gli avvenimenti una perfetta indifferenza, non c'è ragione sufficiente, per cui paragonati insieme due casi particolari, uno sopra l'altro abbia la preminenza. Colloco in urna una sola palla rossa, e nove bianche contrassegnate con numeri differenti, e le suppongo tutte e diece al senso del tatto onninamente indiscernibili. Ch'esca fuori la rossa avanti o dopo l'ottava bianca è pura sorte, mentre da ambe le parti si ha una eguale probabilità nascente da una pari indifferenza. All'incontro paragonate generalmente le nove bianche coll'unica rossa, la probabilità in qualunque estrazione stà come 9: 1. E per ridurre il giuoco al giusto, ogni qual volta mi riesce di cavare la rossa, computata la mia posta, mi si dee esborsare diece fiate altrettanto. Chi appropiatasi la mia moneta, me ne dà nove, fa piegar dal suo lato la bilancia della probabilità.

V.

Secondariamente se i casi tutti in particolare sono egualmente proclivi a succedere, e se della medesima proprietà sono altresì fornite le serie degli eventi, le quali anno una pari facilità di comparire, o di farsi per lungo tempo aspettare; non si dee credere, che taluna d'esse sopra le compagne abbia un maggior privilegio. E pure affacciandosi di rado qualche straordinaria, ed impensata combinazione accompagnata da un non so che, da noi siccome mirabile conceputo; restiamo sorpresi, e ci cade in mente, che quel tale combinamento sia molto difficilissimo a farsi vedere, e che sia fornito d'una tennissima probabilità. L'inganno deriva da ciò, che in certe serie di casi pare, che si rinvenga dell'ordine, e dell'ingegno, laddove comunemente in altre moltissime sembra, che domini la irregolarità, e la confusione. Alle prime si bada attentamente, e le seconde conosciute in confuso dal-

dalle reſtanti di ſimil genere mal ſi diſtinguono. Se per avventura nel lotto di Vinegia veniſſero eſtratti i cinque numeri, 1, 2, 3, 4, 5 nel loro ordine naturale; ognuno ſarebbe le maraviglie: ſebbene sì fatta eſtrazione non è più facile, ne più difficile a comparire di qualunque altra, per eſempio della ſeguente 7, 19, 36, 55, 63: anzi abbiamo pronti i computi, che miſurano il momento della probabilità, ch'è lo ſteſſo ſteſſiſſimo in ambo le addotte ipoteſi. Potrebb'eſſere, che un Aritmetico ſcioperato teneſſe conto de' numeri pari, o diſpari, de' quadrati, de' cubi, delle progreſſioni aritmetiche, e geometriche, e d'altre numeriche affezioni ignote al volgo: ma le probabilità non piglian cura di cotali ozioſe rifleſſioni.

VI.

In terzo luogo i caſi, che precedono, nè punto, nè poco influiſcono in quello, che immediatamente ſuccede; concioſſiachè ſarebbe di meſtieri, che nell'evento aſpettato la probabilità ſi ricordaſſe di ciò, che per avanti è accaduto. E quanto ſpazio di tempo, dimando io, dee durare la miſterioſa reminiſcenza? Oggi un punto oſtinato al giuoco della baſſetta diece, o dodici volte una dopo l'altra mi vien contrario: poſſo dunque ſperare con fondamento, che paſſati o meſi, od anni mi ſi convertirà in propizio? Chi ſa: il mio deſiderio tal fiata ſi compierà, e tal volta ſi aggiugnerà perdita a perdita: ma penſerò ſempre male in luſingandomi, che ſtia dal mio canto una maggiore probabilità. In ogni caſo particolare ſuſſiſte l'indifferenza, nè da un ſucceſſo ſi dee per l'altro deſumer regola. Replicati poi indefinitamente i tentativi, l'indifferenza ſteſſa c'inſegna dovere aver luogo quella ſorta di probabilità, che ſi determina per mezzo del calcolo. Le viſioni de' giocatori mi muovono ſovente a riſo, e ſpeſſiſſimo a compaſſione, in veggendo quante falſe maſſime adottino, per far gitto del loro dinaro. Alcuni, a' quali nella baſſetta parecchie fiate non fu proſpero il punto, giudicano, che dee neceſſariamente cangiar vezzo, e moſtrarſi favorevole. Per la qual coſa ſi riſcaldano, ed incalzano le poſte per rimetterſi del danno ſofferto, nè ſi accorgono, che a fronte d'un tenue guadagno pongono una groſſiſſima perdita. Altri poi al roveſcio ſi luſingano, che il primo punto propizio chiami il ſecondo, e che ſe ſeguita il terzo, non ſi abbia a dubitare del quarto. E quantunque reſtino frequentemente convinti da reiterate ſperienze, che la coſa non va così; ad ogni modo ſi tien ferma la prevenzione, che paſſata da bocca in bocca fa figura d'una ſpezie d'aſſioma. Ho oſſervato il più delle volte, che ſe in tre punti uno viene a pro del banchiere, e due di chi mette, queſti fa aſſai a conſervarſi in capitale: ma ſpeſſiſſime fiate ſuccederà la perdita, e rariſſime la vittoria. Quinci inferiſco, che il metodo comune di giocare ſcema la probabilità di coſtui, ed accreſce quella del competitore. In tal guiſa ſi ſcialacquano i patrimonj delle famiglie, e ſi diſcapita nella riputazione. Gli Orientali, che ſecondo noi ſono barbari, anno un proverbio, che le coſe care non ſi arriſchiano: che direbbero poi, quando vedeſſero meſſe a repentaglio le neceſſarie?

VII.

Quarto: taluno m'interrogherà: se la probabilità tanto domina negli eventi, che la scarsezza delle nostre cognizioni ci fa chiamar casuali, onde appena si dia luogo alla fortuna; per qual ragione altri siano sì sciagurati, che mai non compensano le perdite coi guadagni, ed altri sì avventurosi, che pajono nati per vincere. Messi da parte alcuni reconditi artifizj, che pur troppo si adoprano, e ch'escludono la probabilità; dico, che la maggiore probabilità di certi giuochi a lungo andare si fa conoscere, che il modo di giocare estenua le combinazioni favorevoli, e che ne' giuochi pari, ne' quali si mesce la sorte, e il sapere, col tempo chi ne sa meno, soccombe. Ma quand'altro non ci fosse, la probabilità medesima richiede, che si raccozzino que' combinamenti, per cui soggiacciono gli uomini alla buona, o alla rea fortuna. Ho però veduti alcuni giocatori godere per lungo tratto una sorte propizia, la quale mutata faccia, gli ha precipitati nell'estrema miseria, accresciuta sempremai dal pregiudizio, che i dinari acquistati giocando, quasi che fossero piovuti dal cielo, a larga mano si dilapidano; laddove nelle perdite, che saranno alle volte inferiori alle vincite, bisogna cavare il sangue più puro dalle vene esauste delle famiglie.

VIII.

Per ultimo tal fiata interviene, che la probabilità da un lato a dismisura si aumenti, di modo che diventi maggiore di qualunque data, e dall'altro sì fattamente s'impiccioliſca, che si converta in minima, ed inassegnabile. In cotali incontri la proporzione fra la sorte prospera, e la contraria sta come l'infinito al nulla, e perciò la probabilità equivoca colla certezza non già morale, ma geometrica, ed analitica. Nelle vicende umane i casi pro, e contro non poggiano mai all'infinito, ma saranno sovente in una ragione così lontana, che indurranno una moral sicurezza. Nelle Scienze la infinita probabilità giugne al grado supremo d'infallibilità, e di evidenza, e parecchie astruse verità, che per diversa strada sono malagevoli a provarsi, con questo metodo invincibilmente si dimostrano. Quando faccio toccar con mano, che la mia sentenza di quella dell'Avversario è infinitamente più probabile; s'inferisce per necessaria conseguenza essere vera la mia, e falsa l'altrui.

IX.

Sarebbe d'un gran profitto alle Società umane, se si mettesse più studio a perfezionare l'Aritmetica delle probabilità. I principj sono stati ottimamente stabiliti, ma non per anco generalmente applicati; perchè in certi casi più ardui i problemi non ammettono una spedita soluzione. Spesse volte il quesito va a terminare nelle progressioni procedenti all'infinito, delle quali non abbiamo in pronto la sommatoria. E benchè i Geometri moderni,

ni, e ſpezialmente gl'Ingleſi abbiano poſta tutta l'attenzione ſull'andamento, e ſulle proprietà delle ſerie di qualſivoglia genere; niente di meno reſta da farſi aſſai più di quello ſi è fatto. Il peggio ſi è, che in alcuni paeſi per altro colti appena s'ode il nome di quella ſorta di calcoli civili, e politici, che regolano le vicende degli uomini: e perciò non è maraviglia, che s'inciampi tutto dì in qualch'errore maſſiccio, pregiudiziale al pubblico, ed al privato intereſſe. Mi ſi dirà, che ſenza tanti computi alla mano il Mondo ſi è diretto per molti ſecoli, e tuttavia ſi governa: ma io non voglio addoſſarmi la briga di dare una ſcorſa alle ſtorie delle nazioni, per iſcoprire quali diſordini, e ruine abbia partorite l'ignoranza di queſte neceſſarie notizie. Raccordo ſoltanto a quali anguſtie ſia ſtata più fiate ridotta la Repubblica Romana a motivo delle uſure eſorbitanti o preſcritte, o almanco permeſſe. E poi baſta dare un'occhiata alla noſtra Europa, per accertarſi, che le Provincie, che più ſanno di tal meſtiere, poggiano ad un grado maggiore di ricchezza, di poſſanza, e di felicità. Da qual arte pigliano norma i traffichi, i contratti, i cenſi, i tributi, il valore delle monete, e cento altri raggiri, che negli affari ſi meſcono, ſe non ſe dall'aritmetica civile, e politica?

X.

I principj della probabilità ſovente s'inſinuano nelle Scienze, e le fanno cangiare d'aſpetto. Nuovi lumi ha acquiſtato la Cronologia, dappoichè l'incomparabile Signor Cavalier Newton ce l'ha meſſa innanzi gli occhi ſotto un'altra veduta. Egli ſi è fondato ſulle memorie più recenti, in cui la teſtimonianza degli Storici, e de'documenti è ſuperiore ad ogni eccezione, per iſcoprire la falſità delle più rimote, e maſſime di quelle, che appartengono a'tempi chiamati eroici. In ordine a ciò ridotte a computo le durate medie delle ſucceſſive generazioni, e ragguagliato il numero degli anni, in cui i Principi anno regnato, e venuto in cognizione della vanità delle Nazioni, le quali per arrogarſi una ſoverchia antichità, ed un'origine più lontana e più nobile anno oltre modo prolungate le vite dei Sovrani, e le generazioni degli uomini. Quando la Natura non ha cangiato ſtile, e non ſi creda, che gli Egizj, i Caldei, i Greci viveſſero aſſai più di noi, e de' noſtri maggiori da molti ſecoli addietro; conviene correggere i vecchj Scrittori, abbreviare le vantate durazioni, ed accoſtare di molto ai tempi preſenti l'epoche troppo decrepite: altrimenti non iſtanno ſaldi i canoni della probabilità.

XI.

Tal uno m'interrogherà, ſe le regole del probabile poſſono mai aver luogo in quella parte della Fiſica, che ſtende le ſue conghietture ſull'avvenire, prendendo indizio da ciò, ch'è accaduto, per penetrar nel futuro. Riſpondo, che ſin ora non abbiamo alle mani dati baſtanti, che forſe col lungo andare dei tempi a'poſteri non mancheranno. Appena ſi ſono comin-

ciate ad istituire le opportune osservazioni, e solamente a' giorni nostri s'è posta cura di misurare la quantità dell'acqua, che d'anno in anno cade dal cielo, la copia dell'evaporazioni, il peso dell'aria coi baroscopi, il caldo, ed il freddo coi termometri, e cogl'igrometri l'umido, e il secco. Oggidì si tien conto del dominio, e della direzione dei venti, dell'abbondanza dei prodotti, e della sterilità, dell'epidemie tanto degli uomini, quanto de' bruti, de' straordinarj fenomeni in terra, e nell'aere, e di molte altre particolarità, che alla giornata succedono, e che nell'effemeridi si registrano. Fuori d'ogni credere sono lunghi i pericoli della Natura, e di rado si accoppiano i combinamenti medesimi, o almanco i simili; laonde non ci riuscirà mai di prevedere con qualche verosimiglianza i futuri eventi, se non se adempiute due condizioni. La prima, che la passata barbarie non torni ad infettare l'Europa, o che non si muti in peggio il presente metodo di coltivare la Fisica. La seconda, che non si lasci mai di sperimentare, e si continuino per secoli e secoli le osservazioni. Con tale ajuto stabilite l'epoche degli avvenimenti, non dispero, che a quei, che verranno, il giro delle sue vicende sia per palesar le Natura.

CAPITOLO DECIMOTTAVO

Dell' uso della Probabilità.

I.

HO discorso popolarmente dei varj generi delle probabilità, senza invilupparmi in computi laborioſi, che superano la comune intelligenza. Piacemi ora d'illustrar cogli esempj il corollario del precedente capitolo, in cui si è fatto vedere, e può dimostrarsi in tutto rigore, che un caso unico, o un numero finito di casi propizj contrapposti ad una infinità di eventi contrarj porta con seco una probabilità, che svanisce, e dee riputarsi siccome nulla a confronto dell'altra, che per essere infinita perde il nome di probabilità, ed assume quello di certezza.

Dal principio inconstastabile cavo io passo passo la illazione, che il Mondo, in cui siamo, non è opera del caso, conforme si sono dati a credere gli Epicurei. E perchè dalla proposizione assunta la dedotta non dipende immediatamente; fa di mestieri congiugnerle con un filo di raziocinj talmente insieme legati, che non lascino luogo alla dubbietà. Discorriamola dunque così. Nella universtità di cose, in cui per buona sorta mi ritrovo, esposta alla mia contemplazione io ci ravviso bellezza nel tutto, disposizione nelle parti, ordine, e simmetria, che prendono norma da leggi costanti, ed inviolabili, e ciò che più rileva, la scelta del migliore. Anzi quanto più m'interno ne' maravigliosi artifizj, usati dalla Natura, tanto più in essi riluce una forza, una sagacità, una sapienza, che mi sorprende, e supera di gran lunga la mia aspettazione. Me ne rendano testimonianza co-

lo-

loro, che nelle coſe naturali anno poſto il loro ſtudio, e ſpezialmente nella ſtupenda ſtruttura degli animali, e mi diranno, che appena poſſo capire una menomiſſima parte di quella induſtria, per cui ſi è provveduto ai biſogni, e meſſo riparo ai diſordini.

II.

Ora richiamato a memoria il principio dell'analogia, non è egli evidente, che dove ci è arte, ivi c'è l'artefice, e dove c'è magiſtero, ivi c'è il maeſtro? Dica tal uno, che le novelle ſcoperte dell'antico Ercolano, cioè il teatro, le ſtatue, le pitture, e cento altri veſtigj d'antichità ſono ſtati prodotti dal caſo, il quale ſotto le ceneri vomitate dal Veſuvio ha ſaputo edificare una Città. Non provocherà coſtui il riſo, e la indignazione degli Eruditi, e non ſi tirerà dietro le fiſchiate ſino dall'infima plebe? Mi ſi conceda di fingere, che il caſo vegna abilitato a ſcolpire ſotterra una ſola ſtatua (ma qual proporzione ci può mai eſſere fra la ſimmetria d'una ſtatua, e quella d'un uomo?) Eſpoſta eſſa agli occhi del pubblico, chi la credeſſe nata dal caſo ſi apporrebbe al vero: ſebbene qual criterio avrebbe egli, ſu cui poteſſe ſtabilire la ſtrana propoſizione? quando maſſime il ſimolacro non foſſe uno sbozzo informe da riporſi ragionevolmente fra gli ſcherzi della Natura, come ſono certe pietre, e certi legni macchiati, in cui per diſcernere le rozze, e tal fiata immaginate rappreſentanze, ſe pur non ſono impoſture, biſogna aguzzar le pupille, e ſupplire colla fantaſia. A migliaja ci ſi affacciano le ſtatue lavorate dagli uomini, e che tutto dì preſenti noi ſi lavorano; da qual probabilità dunque ci laſcieremo perſuadere, che ſia fattura del caſo quell'unica, che nell'artifizio va del pari colle più rinomate? E peggio ſarebbe ancora, ſe ſi diceſſe, che tale ſi è la Venere de' Medici, o il Laocoonte.

Dietro la ſcorta dell'analogiſmo in tal guiſa io ragiono. Il Mondo è certamente una gran fabbrica, che vince d'aſſai la noſtra capacità: ma la fabbrica ſuppone l'architetto; dunque per metterla in eſſere ci ſi richiede una mente operatrice fornita d'infinita poſſanza, e d'infinito conſiglio. In una parola Iddio Ottimo Maſſimo ſi è l'unico facitore dell'Univerſo. E talmente queſto mio diviſamento mi appaga, che di vantaggio non cerco; perchè mi ſoddisfanno egualmente le conſeguenze tutte, che da eſſo fluiſcono. E vaglia il vero in qualunque coſtituzione di coſe io foſſi collocato, purchè veniſſe da Dio, il quale ci avrebbe indubitatamente impiegato la ſua bontà, il ſuo ſapere, e la ſua provvidenza; ſarei ſicuro d'alloggiare in una caſa beniſſimo edificata, ed avrei in un'altro ſiſtema, onde ammirare la perizia dell'Autore nella bellezza, e nella magnificenza dell'opera.

III.

Torno indietro, e per poco mi dichiaro del partito d'Epicuro, ed adottata la ſua ipoteſi mi faccio a ponderare le conſeguenze indi naſcenti. Il Mondo, in cui dimoro, è lavoro del caſo: ma ciò non baſta: è un giuo-

co

co altresì della ſorte, che in eſſo abbia ſortita la mia abitazione. Queſto Mondo però non è ſolo; avvegnachè ce ne ſono innumerabili ſeparati l'un dall'altro dagl'intermondi, e ſparſi quà e là per l'immenſo tratto del vano. Oltre ciò non ſi vogliono traſcurare gl'infiniti atomi, che nel vuoto diſordinatamente vanno vagando, i quali per anco non ſi ſono raccozzati a formare un regolato ſiſtema. S'aggiunga un'altra rifleſſione, che il noſtro Mondo tempo fa non c'era, eſſendo nato da una ſortuita maravigliosa combinazione delle particelle elementari, che durerà alquanti ſecoli, e poi ſcioglieraſſi per dar luogo ad infinite novelle coſtituzioni, che di tempo in tempo compariranno, ſiccome ſono perite tutte quelle, che di ſe ſteſſe anno fatta moſtra nell'antecedente eternità.

Arroge, ch'io ſono Cittadino d'un Mondo lavorato dal caſo, ma da un caſo così ſciocco ed impotente, che dopo eſſerſi impiegato non ſi ſa come a coſtruirlo, in pochi momenti ha perduta la ſua forza, e la ſua giuridizione. Quando il Cielo era nuovo, e la Terra nuova, il vigore attivo di quello, e paſſivo di queſta facevano naſcere a frotta i prodotti, de' quali è dovi.ioſa la Natura, ed a ſchiere l'erbe, gli arbori, e gli animali. Ma quanto tempo ha durato la cauſale fecondità? Preſto s'è invecchiata la poſſanza del caſo, ed oggidì non ne rimane veſtigio. Dimando, per qual motivo non ſi veggano ſpuntare novelle ſpezie di viventi? Gli atomi conſervano le loro innate proprietà, e ſpezialmente la grandezza, la figura, ed il movimento, biſogna dunque affermare, che abbiano diſimparata la facilità di combinarſi, ch' era ad eſſi nella origine delle coſe sì familiare. Preſentemente la Natura ſi regola con leggi ferme ed invariate, e gli effetti alle loro cagioni colla debita proporzione puntualmente riſpondono; attalchè non ſi aſſegnerà mai fenomeno, che ci dia indizio del predominio del caſo. Qual probabilità ci poſſa eſſere, che parto del caſo ſia il noſtro Mondo, in cui nulla c'è di fortuito, io non arrivo a capirlo.

IV.

E' una gran ventura la mia di vivere in un ſiſtema, nel quale, s'io non voglio rinnegare il ſenſo, e la ragione, ci ravviſo coſtanza, e ſapienza: due prerogative, che non ſi accordano colla fortuna. Interrogherei volentieri un Atomiſta, onde provenga, che il noſtro Mondo da lungo tempo nel ſuo ſtato ſi mantenga? Mi ſi riſponderà forſe, che lo preſerva la ſteſſa ſteſſiſſima cauſa, che l'ha prodotto. Ed io ripiglio eſſere il caſo infinitamente più atto a diſtruggerlo, che a conſervarlo; concioſſiachè in una ſola maniera può perſeverare, ed in infinite diſcioglierſi. C'è dunque una infiniteſima probabilità, che la preſente univerſità di coſe duri da un anno all'altro, e dall'uno all'altro ſecolo, ſuſſiſtendo nel ſuo eſſere, e di tempo in tempo rinnovandoſi nelle ſucceſſive generazioni con regole immutabili, che non ammettono nè ſconcerto, nè novità. E pure il caſo è una cagione, ſe però un tal nome ſe gli debbe attribuire, che non ha proporzione alcuna cogli effetti da lui naſcenti, ed operando ſenza prefiggerſi un fine, e ſenza uſare diſcernimento, non ha argine da opporre all' impetuoſo torrente

degli

degli atomi, nè leggi per ridurre a dovere gli ſtravagantiſſimi innumerabili combinamenti.

Appreſſo fra gli atomi non paſſa intelligenza, nè concordia. Ognuno eſercita da ſe le ſue azioni cogli urti, e coi ribattimenti ſcambievoli, ora accoppiandoſi, ed or ſeparandoſi; di modo che ſe una ſquadra d'eſſi ſi diſpone a produrre caſualmente qualche coſa di buono, e di regolare; viene un'altra ſchiera di traverſo, che o diſordina, o diſſipa la cominciata ſtruttura. In tanta confuſione di movimenti qual probabilità mai ſi può fingere, per cui eſca in luce un ſiſtema ben concertato, e, ciò che più mi ſorprende, nel ſuo tutto, e nelle ſue parti per ſecoli, e ſecoli coſtantemente durevole?

V.

Muovo un altro paſſo, e dico. Milita una pari probabilità, ch'io ſia oſpite del Mondo, in cui ſi rinviene ſimmetria, e perfezione ne' prodotti ſimultanei, ed ordine invariato ne' ſucceſſivi, piuttoſto che in qualunque altro o degli attualmente eſiſtenti, e nuotanti nello ſterminato oceano del vano, o di quelli, che ſono ſtati procreati, e diſtrutti in tutta l'antecedente eternità, o degli altri, che compariranno nel corſo eterno dei tempi futuri. Se qualunque raccozzamento di atomi ſi chiama Mondo; egli è evidente, che giuſto l'ipoteſi Epicurea, allá quale voglio per ora adattarmi, sì fatti Mondi vanno ſeparati in due claſſi amendue infinite. Conterrà la prima tutti quelli, che architettati dal caſo portano con ſeco l'ignoranza, o per meglio eſprimermi, la brutalità dell' Autore. In eſſi non ſi ſperi di trovare ordine, e maeſtria; ma ſoltanto un diſguiſato, e fortuito ammaſſamento di particole elementari, ed un aggregato di ſconvenevolezze. Diaſi, che il caſo a forza di fare, e diſfare abbia tal volta il ſuo ingegno, e ſurga la ſeconda ſpezie dei Mondi lavorati con caſuale eſattezza, e di perfezioni forniti. Metto a confronto queſti due generi, e dimando, in qual proporzione fra loro ſi riſpondano. Conceduto, che il numero de' ſecondi ſia infinito, alla qual ſuppoſizione, quantunque falſa non ſi vuol ripugnare, i canoni delle combinazioni dimoſtrati dall' Aritmetica, de' quali fra poco diſcorrerò, m'inſegnano, che il numero de' primi poggia ad un infinito del già accordato infinitamente maggiore.

Nella ſtagione della mia prima adoleſcenza, mentre regnava quaſi generalmente per tutta l'Italia un guſto depravato in ciò, che appartiene alle belle lettere; ſolevano i poeti andar dietro a certe puerilità, che oggidì meritamente ſi diſprezzano. Credevanſi di mercar fama, ogni qual volta maſſime mettevano in fronte d'un Sonetto, o di qualche altra compoſizione un anagramma o puro, o almeno medicato colla mutazione d'una, o due lettere, cavato dal nome, e dal cognome della perſona encomiata. E' una maraviglia, qualmente ſi logoraſſero il cervello in sì fatte inezie; imperciocchè creſceva la fatica, a miſura che ſi aumentava la moltitudine degli elementi. Facea di meſtieri metter da parte gli accoppiamenti inutili, e vuoti di ſenſo, e quelli altresì, che tornavano in dileggio, o in vituperio.

In

In oltre l'esperienza insegnava, che ampliandosi il numero delle lettere, mutavasi la proporzione, e diventava passo passo maggiore fra i casi contrarj, ed i favorevoli alla intenzione degli autori. Di fatto non sarebbe egli uno stupendo prodigio, se sciolta ne' suoi elementi la Commedia di Dante, e gettatili alla rinfusa, a forza di replicare le combinazioni venisse fuori una Storia ben ordinata, o un compiuto trattato di Teologia?

Che diremo poi degli Atomi d' Epicuro attualmente infiniti? Disponendoli soltanto in linea retta, e chiamata ∞ la copia per inassegnabile di essi; ne segue, che per i Canoni dell' Aritmetica la moltitudine delle loro combinazioni ci venga esposta dalla formola

$$\infty \times \overline{\infty - 1} \times \overline{\infty - 2} \times \overline{\infty - 3} \times \overline{\infty - 4}.$$ &c., e così all'infinito. Qui si scorge una serie infinita d' infiniti assieme senza fine moltiplicati, che compongono una infinità di tal genere, che appena si concepe confusamente dall' intelletto, per quanto sia avezzo a simili speculazioni. Si comprende frattanto, che il numero de' combinamenti nella premessa semplicissima ipotesi a quello degli atomi, quantunque infinito, sta in una proporzione molto lontanissima, ed onninamente incomparabile all'altra, che passa fra la quantità infinita degli atomi, ed un solo atomo.

Sin ora si è detto assai, ma presso che nulla a petto di ciò, che resta da dirsi. Dal combinare gli atomi in retta linea m' inoltro a collocarli in qualunque angolo, in qualsivoglia specie di figure e rettilinee, e curvilinee o grandi, o picciole, infinite volte replicate, e fra loro diverse. Faccio transito a disporli in varj piani, in differenti distanze, alterandole, e permutandole a capriccio. Così accresciuta sterminatamente la somma delle combinazioni rispetto a quella degli atomi, conchiudo francamente essere affatto impossibile, che fra tanti raccozzamenti irregolari, e spropositati ne spunti un privilegiato, in cui l' ordine, e l'euritmia manifestamente si scopra. Almanco la probabilità, che ciò accada, è infinitesima d'un grado tale di magnitudini evanescenti, che non si può determinare da mente umana. Conosco solamente per via di legittima illazione, che una pari probabilità, se non se forse ancora più minima, sul qual punto non voglio piatire, cioè relativamente nulla, si dichiara a mio favore, perchè io mi sia un membro del presente Universo all' incontro d' un' altra infinitamente infinita, che si oppone alla possibilità del Mondo, in cui dimoro, e conseguentemente alla mia particolar esistenza.

VI.

Uno sbaglio ancora più palpabile io posso rimproverare ai Discepoli di Democrito, e d'Epicuro. Non si persuadano mai, che una sola combinazione degli atomi sia bastante a formare il nostro sistema. Ce ne vogliono innumerabili egualmente ordinate, e con pari artifizio disposte. Tutto dì il Mondo ci si muta anzi gli occhi, e quantunque ne' successivi accoppiamenti una varietà uniforme apparisca; tuttavia il Mondo d' oggi non è quel d' je-

d'jeri, e domane non sarà tale: anzi d'ora in ora, e quasi direi, di momento in momento gli aggregati delle particelle componenti si diversificano; attalchè annoveri chi può in quante maniere gli atomi alla giornata si uniscano, e si disgiungano. Delle alterazioni celesti ce ne danno indizio le macchie del sole, e le fascie di Giove: ma fermiamci alquanto sul globo terraqueo, che più da vicino ci appartiene. I sensi ci palesano le continue vicende, a cui soggiacciono i misti, i quali ricrescono, e scemano, si generano, e si corrompono: lo che certamente non interviene, se la sostanza degli uni negli altri non passa, e non si fa una perpetua successiva permutazione fra gli elementi atti a produrli, a conservarli, e a distruggerli. Il mio corpo a cagion di esempio adesso è formato d'una moltitudine finita di atomi in una particolar foggia insieme legati. Parte colla traspirazione svaporano, e si dispergono per l'aere, che mi circonda, e parte in escrementi si trasformano. Supplisco cogli alimenti, e la nutrizione va riparando il perduto, di modo che una novella combinazione sempre mai sottentra alla precedente; e pure io sono, e non sono lo stesso uomo, e la mia vita consiste in un cangiamento continuato di me medesimo. L'avvertenza si applichi agl' innumerabili prodotti, che riempono l'Universo.

Ora come può essere, che il caso impotente ad organizzare un Mondo ben fatto, ed a raccozzare un solo regolare combinamento, scordatosi della confusione ad esso lui naturale, resti abilitato a lavorare una lunghissima serie di accoppiamenti l'un dopo l'altro insieme concatenati, e di pari perfezione guarniti? Confesso ingenuamente di non comprendere, come dal disordine nasca un ordine costante, e qualmente i più forbiti magisterj dell' arte tante fiate replicati s'accordino colla ignoranza della fortuna. E sono convinto, che gli stessi Avversarj non arrivino a capirlo, quando liberi da qualunque preoccupazione non ripugneranno ai canoni infallibili della probabilità.

VII.

Si fanno eglino forti sull'eternità passata, e ventura, e dicono non essere maraviglia, che in un tempo infinito, che non ha limite nè per l'uno nè per l'altro corso, accadano tutte o prima, o poi le possibili combinazioni: non potendosi assegnar motivo, per cui taluna ne resti esclusa, piuttosto che le compagne, nelle quali risiede una pari probabilità per fare la loro comparsa: ma la presente costituzione di cose è senza fallo possibile; dunque non c'è ripugnanza, che siasi fatta vedere a'nostri giorni, e ci sia toccata in sorta per patria. Non si vuol dissimular cosa alcuna, che aggiunga nerbo alla sentenza Epicurea. Si può mettere a campo il seguente raziocinio. Chi sa, che la moltitudine infinita degli anni contenuti nell' anteriore eternità non ecceda infinitamente il numero degli infiniti combinamenti: almeno non si addurrà mai una dimostrazione in contrario. E se così fosse, la probabilità inassegnabilmente maggiore sta dalla parte del tempo. Per la qual cosa non solo è più verisimile, ma inevitabile, e necessario,

che gli atomi si siano una volta, o l'altra accoppiati in guisa, che sia nato il nostro Universo.

VIII.

Levo di mano agli Avversarj quest'arma, che facilmente si spunta: Secondo la loro opinione questo Mondo dopo parecchj secoli ha da dissarsi, per dar luogo ad una progressione infinita di susseguenti combinazioni. Fingasi satto ciò, che insallibilmente interverrà; io dimando s' è mai possibile, che il sistema dal caso sconcertato, e distrutto, una, o più siate nell'avvenire torni a rimettersi; onde si restituisca bella, ed intiera la serie de' combinamenti, per cui il Mondo esistente da qualunque altro si distingue. Avanti di rispondere io noto, che l'eternità appropiata alla materia, ed al moto, ed alla sortuita mescolanza degli atomi, altro non è, salvochè un tempo infinito, che abbraccia, e per nostro modo d'intendere, misura una infinità d'eventi successivi. Quinci può separarsi in due membri, cioè in Eternità precedente, che non ha principio, ed in posteriore, che non ha fine; laonde qualsivoglia istante, per esempio quello, in cui scrivo, sta di mezzo infra due, e si assume siccome termine dell'età trascorsa, e cominciamento della ventura. Non discorro della eternità trasandata, la quale dai sautori del caso Epicureo, e della necessità di Stratone mal si accomoda alla quantità continua, e discreta, ed io in altra occasione proverò che ad ambo le ipotesi ripugna del pari la geometria. Ma in contemplando l'eternità ventura applicata alle cose, che ammettono il più, ed il meno, non ci si affacciano assurdi: ed eccone lo perchè. Piglio le mosse dal giorno d'oggi siccome principio dell' avvenire, e mi metto a correre col pensiero una carriera, che non ha meta. Poscia considero, che per quanto viaggio io mi faccia, non esco mai dai confini del finito. Aggiungo secoli a secoli, e mi lascio addietro un numero molto grandissimo d' anni Platonici; con tutto ciò non entro unquanco nelle regioni infinite dell'infinito. E' troppo vasta la provincia del finito, onde possa mai camminarsi intiera, e si pervenga all' ultimo limite, cioè a dire a quello istante di tempo, che separa il finito dall'infinito. Egli è vero, ch'io mi sono avviato per una strada, che mai non si compie, e che dee riputarsi infinita, non già perchè siano infiniti i passi da me mossi, ma perchè tali sono quelli, che sempre restano a moversi.

Premesso ciò, riedo in sentiero, e sostengo essere affatto impossibile, che disfatto il nostro Mondo, in capo a qualunque tempo venga dal caso di bel nuovo rifabbricato. Ho nominato il tempo; perchè si è avvertito, che ingolfandosi nella futura eternità possiamo inoltrarci quanto ci piace, che il tempo finito non si esaurisce, nè si giugne mai a fare il massimo salto dal finito all'infinito. Posti in disparte gli atomi infiniti attualmente esistenti, mi appiglio alla moltitudine delle combinazioni possibili, che per le cose dette rispetto ad essi atomi sono infinitamente infinite; indi mi rivolgo al numero degli anni, i quali correranno l'un dopo l'altro, e per quanto si prolunghino, e si moltiplichino, staranno sempre mai dentro i

ter-

termini del finito. Ora entri in campo la probabilità a decidere la propoſta quiſtione. Coſtei con i ſuoi computi alla mano mi documenta diventar lei minima, ed inaſſegnabile, e d'una claſſe tale d'infinitesimi, che mi ſorprende; ogni qual volta ſi profeſſa, che ſi adoperi a cavar ſuori nel periodo dell'avvenire, cioè in un tempo non già infinito, ma limitato, fra gl' innumerabiliſſimi combinamenti quell'unico, che ci metta ſotto gli occhi l'aſpetto compiuto, ed intiero del Mondo preſente. La probabilità relativamente nulla a tanto non giugne.

Retrocedo per alquanti paſſi, e m'immagino d'eſſer nato diece, o dodici mille anni fa, prima che ſi fabbricaſſe l'odierna coſtituzione di coſe, e mentre il caſo era inteſo a raccozzare in altre maniere i ſuoi atomi. Non pregiudica punto all'età preterità, e alla futura il togliere all'una cento ſecoli, ed aggiugnerli all'altra; conciofliachè un giro finito d'anni alla durazione ineſaurabile d'amendue ha una proporzione minore di qualunque data, e non mi è disdetto di collocare il ſegno della loro ſeparazione più toſto, o più tardi ovunque mi aggrada. L'ipoteſi aſſunta mi dà agio di rinnovar l'argomento. La medeſima probabilità, la quale ora non conſente, che nel progreſſo de' tempi ſi reſtituiſca il noſtro ſiſtema; contraſtava fin d'allora con pari forza, perchè non poteſſe prodursi. Conchiudo, che fra le due ſentenze, una che fa il caſo autore dell'Univerſo, e l'altra, che lo attribuiſce ad una Mente ſuprema, non ci può eſſere confronto. Nella prima ci ſi parano innanzi aſſurdi, e contraddizioni, mal accordandoſi con eſſa i canoni della probabilità. Nella ſeconda io mi quieto, dominando in queſta una infinita probabilità, o vogliam dire una evidente certezza, che il Mondo, in cui mi trovo, ſiccome fattura ornata d' ammirabili perfezioni, da un ſommo Facitore tragga l'origine. E' dunque uno ſtravagante, e diſperato partito il negar Dio per gittarſi nelle braccia del caſo.

IX.

I principj ſin ora ſpiegati mi ſanno ſcorta a mettere in tutto il ſuo lume un'altra importantiſſima verità. Le regole del probabile mi convincono, che l'anima umana è dotata della bella prerogativa d' operare liberamente. Le azioni derivate dalla volontà, che non vanno diſgiunte dagl'incentivi, che alle determinazioni ci ſtimolano, e maſſime dai ſentimenti interni o grati, o moleſti, pare, che ci pieghino con tal violenza verſo gli obbietti aggradevoli, o dagli odioſi ci ritraggano, che non ci laſcino arbitrio di comportarci diverſamente. E ſebbene perſuaſi da una interiore coſcienza fermamente crediamo, che ſtia in noſtra poteſtà l'elezione; ci troviamo però ſenz'accorgerſene nella dura neceſſità di ſeguitare le ſconoſciute eſterne impreſſioni, che ſecondo le circoſtanze invincibilmente ci ſignoreggiano. Così la diſcorreva un Autore Ingleſe, ed avvalorava i ſuoi detti con un eſempio. Fingeva, che la calamita aveſſe ſenſo, e mente, e che rivolto il ſuo polo a quel della Terra, ſi rinveniſſe in uno ſtato a lei conſacente. Rimoſſa dalla ſua gradevole poſitura da qualche eſtrinſeco impulſo, nell' atto di ricuperarla penſerebbe di far uſo della ſua libertà; e pure

l'accoſtarviſi, ed il fermarſi dopo varj bilanciamenti ſarebbe effetto d'un fiſico meccaniſmo.

X.

Talvolta mutato per così eſprimermi il punto di veduta, ſi ſgombra il bujo delle dubbietà, e con chiarezza il vero ſi diſcerne dal falſo. Coloro, che bramano di accertarſi della lor libertà, pongano attenzione alle operazioni dell'intelletto, e ne' miei diviſamenti mi tengan dietro. Se l'anima non è libera, tutto ciò ch'ella penſa, neceſſariamente dipende dalle azioni degli oggetti eſterni, che paſſando per gli organi dei ſenſorj, nella immaginativa ſi raccolgono, ed ivi alla mente ſi preſentano, ſeguitando ſoltanto l'indiſpenſabile conneſſione, che lega gli effetti colle cagioni. Sia pure la fantaſia la ſede dell'anima; egli è manifeſto eſſere noi conſapevoli di ciò, che in noi paſſo paſſo va ſuccedendo: con queſta legge però, che ſiamo sforzati a laſciarci traſportare dalla corrente de' fantaſimi, che di tempo in tempo ſi ſvegliano, e che la noſtr'anima è fatta unicamente per patire, e non mai per agire. I moti adunque corporei eſercitano ſopra lei il loro potere, ſenza ch' ella poſſa impiegare qualſiſia forza per modificarli a ſuo ſenno. Parmi di doverla paragonare ad uno ſpecchio, che rifletta a' miei occhi le immagini di coloro, che paſſano per la ſtrada, e perchè il cangiarle non è in mia balìa, ſono aſtretto a vederle tali, quali mi ſi offeriſcono.

E ſe cotale ſi è la condizione, e la natura dell'anima umana, come la ho con pochi tratti delineata giuſto la ſentenza di coloro, che della libertà la ſpogliano; deſidererei, che mi ſi ſpiegaſſe un fenomeno, ſu cui non ſi fa la debita rifleſſione; perchè tante fiate ci ſi affaccia, ch'è reſo ormai familiare. Gl'idoletti, e i fantaſini, che occupano le immaginazioni degli uomini, e nelle differenti coſtituzioni, in cui ci troviamo, vanno continuamente vagando ſenza ordine, e ſenza diſcernimento, ed ora per così dire ſi deſtano, ed or ſi ſopiſcono, come mai ponno diſporſi da ſe medeſimi con tanto ingegno, e maeſtria; onde naſca un lavoro di lunga lena, ed in tutte le ſue parti regolare e perfetto, a cagion d'eſempio l'Eneide di Virgilio, la Storia di Livio, e gli elementi d'Euclide? Le noſtre viſioni non pigliano forſe norma dalla improvviſa comparſa degli obbietti eſtrinſeci, dalle inteſtine agitazioni de' fluidi, e dai tremori de' ſolidi? A quante anomalie è ſoggetta la macchina del corpo cagionate dall'aere, dagli alimenti, dal ripoſo, dalla fatica, dal piacere, dal dolore, e da altre sì fatte innumerabili circoſtanze? C'è dunque una probabilità minima a fronte d'una maſſima; acciocchè i fantaſmi, e conſeguentemente le idee, che ad eſſi riſpondono, ſi combinino inſieme con metodo, e con aggiuſtatezza, e compongano una giudizioſa ſerie di penſamenti. Per la qual coſa l'intelletto dovrebbe ſempre mai eſſere raggirato dalla confuſione, e dalla ſtravaganza, e ſarebbe un prodigio molto improbabiliſſimo ad accadere, ſe fra le migliaja di ſconciature un parto ben organizzato uſciſſe alla luce.

Nella ipoteſi aſſunta, in cui opererebbe ſoltanto la fiſica neceſſità, quantunque ſi manteneſſero intatte le leggi della Natura, o nella unione

dal

del corpo, e dell'anima non s'interrompesse mai la catena delle cause, e degli effetti; con tutto ciò avuto riguardo ai nostri concepimenti, nulla di buono, e di ben concertato si produrrebbe. Ne desumo le prove dalla ebrietà, dal delirio, e spezialmente dal sogno. In tali incontri, ne' quali si rallenta la briglia alla immaginativa, e le cagioni fisiche non temperate da una forza superiore esercitano tumultuariamente le loro azioni, e reazioni, è una maraviglia in quante strane guise si raccozzano i fantasmi, quanti spettri ci si affacciano, e quante vane affezioni c'ingrombrano.

Egli è vero, che le immagini del giorno fanno di se mostra nelle illusioni notturne, ma tanto guaste, e contraffatte, che pajono fortuiti i loro accoppiamenti; perchè stravagante oltre modo si è la connessione delle idee, e de' raziocinj. E sebbene tal ora un qualche sogno è degli altri più ragionevole, oltrechè ciò rarissime fiate interviene, dobbiamo avvertire, che le illusioni di chi dorme anno consacenza cogli obbietti, i quali seco noi anno commerzio, mentre siam desti, e che la memoria, e le abituazioni alle volte ripetono ordinatamente le affezioni sperimentate nella vigilia. Per altro si osservi, che il cieco non si sogna di vedere, nè il sordo di udite, e di parlare. Vanegerebbe senza fallo colui, che si credesse di soddisfare sognando ad un arduo problema geometrico, o di spiegare un astruso fenomeno fisico. Appresso bramerei sapere, qualmente potessero convenire gli uomini in una regolar società, qualora lasciata in sua balìa la immaginazione, tirasse in consenso la mente, e la obbligasse a ragionare a suo senno. Io per me penso, che si formerebbe una ragunanza di pazzi, e di farnetici.

XI.

Invito que' dotti, che sanno a prova, quanto costi il meditare, e lo scrivere; acciocchè in succinto mi rendan conto del modo, con cui maneggiano i loro divisamenti. Quantunque fiate si procede a contemplare un subbietto, e si fa uno sforzo mentale per ben comprenderlo; prima d'ogni altra cosa si richiamano a memoria le idee consacenti, e si rifiutano le disparate. Si purgano, e si rischiarano quelle, che vengono a sesta, ora ristringendole, ed ora allargandole, e sopra tutto rigettansi certe particolarità, che non fanno all'intento. Quinci si congiungono insieme, e si guarda la lor congruenza, o la lor discrepanza, e si mette lo studio nello stabilire i principj, basi fondamentali delle conclusioni, che passo passo da essi si deducono, facendo transito dalle più semplici alle più composte, e dalle più vicine alle più remote; attalchè si ordisce un lungo filo di verità successive, che formano una scienza intiera. Alle volte si chiamano in soccorso le proposizioni antecedentemente conosciute, e le presenti notizie colle anteriori si legano in passando per gradi dal noto all'ignoto. Poscia si rivolge l'attenzione alle analogie, e se ne fa uso, indi si considerano i metodi spezialmente d'invenzione, e scelgonsi i più appropiati. Finalmente si procura di concatenare insieme le illazioni, onde l'una nasca dall'altra, e dalle membra ordinatamente congiunte un corpo ben disposto risulti.

Quì

Qui termina il lavoro dell'intelletto, e ſi comincia a mettere in opera la fantaſia. Nulla ſi è fatto, ſe ai ritrovamenti non ſi adattano i ſegni o delle parole, o delle ſcritture, e perciò ſi cercano le più chiare, e le più vive eſpreſſioni, che ſian valevoli ad imprimere nella mente altrui i noſtri concepimenti. Diaſi una occhiata alla varietà degli ſtili, e ſi confrontino a cagion d'eſempio le maniere fiorite de' Poeti colle veementi degli Oratori, e le quiete de' Filoſofi colle aride de' Matematici, e poi mi ſi dica qual tempo, qual induſtria, e qual fatica s' impieghi da chi ambiſce d'eſſere annoverato nel catalogo degli Autori.

Ma ciò non baſta: bene ſpeſſo dopo eſſerſi lungamente raggirati per obbliqui ſentieri, non ſi ſa trovare la ſtrada, e biſogna farſi da capo, e talora abbandonar il ſoggetto tentato indarno, per ripigliarlo con miglior occaſione a ſpirito quieto. Alle volte non ci ſoddisfa appieno il diſcorſo, e ſi teme d'inciampare in qualche paralogiſmo, che frequentemente ſi ſcopre, e ſe rimane naſcoſto, viene per lo più accompagnato dal dubbio. Che ſe limpida, e chiara ci ſi ſvela la verità munita da una ſincera dimoſtrazione, l'anima col ſenſo interno talmente l'aſſaggia, che ſicura di non ingannarſi ſi compiace di poſſederla. Appreſſo quante fiate daſſi luogo ai pentimenti, e alle ammendazioni, e ſuccede ancora, che ſi tornino a correggere le correzioni medeſime; concioſſiachè ciò che oggi ſi ammette, dimani ſi ripudia, e ci vuole aſſai per isfuggire gli errori, per diſcernere il vero dal falſo, e perchè i ſentimenti, e le parole con tale aggiuſtatezza ſi leghino, che ne reſtiamo intieramente appagati.

XII.

Ora come mai può ottenerſi, che gli ſpiriti animali così placidamente fluiſcano, ed i ſantaſmi così a propoſito ſi riſveglino, non oſtante il caſuale interrompimento degli obbietti, e le impreſſioni accidentali de' ſenſorj, di modo che un trattato di lunga indagine eſca in pubblico non macchiato d'errori, come le opere di parecchi valenti Geometri: e non già ſolo, ma innumerabili in qualunque materia, cioè tutti quelli, che adornavano le antiche biblioteche, e riempiono le moderne; e non già nella eternità d'Epicuro, ma nel corſo di pochi anni d'una breve vita, ne' quali taluno ha meſſo fuori tanti volumi, che appena ſi capiſce, qualmente abbia potuto reggere alla ſola fatica di ſcriverli, o di dettarli. Per le quali coſe ripugna ai canoni della probabilità, che le immagini raccolte nella fantaſia, e poſte in agitazioni fortuite, riſpetto maſſimamente al modo di apprendere, di giudicare, e di diſcorrere, ſi raccozzino una dopo l'altra con ordine, e con diſerezione.

Si oppone altresì il gran principio, che le cagioni agli effetti corriſpondano colla debita proporzione; concioſſiachè dove gli effetti ſono diretti dalla ragione, ivi riſiede una cauſa moderatrice fornita di diſcernimento, che cammina con metodo, e non ſi laſcia guidare dal capriccio. C'è dunque una potenza ſuperiore, che tiene in freno le inferiori, e non permette, che ſvaghino a loro talento, e queſta ſi è la mente umana, la

quale

quale eſercitando maſſimamente le operazioni dell' intelletto, comanda da ſovrana, ed a cui gli organi interni, ed eſterni con prontezza ubbidiſcono, come i marinari al nocchiere, ed al capitano i ſoldati. Ad eſſa ne' ſuoi penſamenti ſi ſottomette la fantaſia, accompagnandoli con immagini appropriate, riſponde puntualmente la lingua, e la mano, eſponendoli in voce, ed in carta, e la memoria avvalorata dagli atti rifleſſi li preſerva dall'oblivione. E ſe deviando o i ſenſi interiori, o le membra dalla preſcritta aggiuſtatezza, accade qualche lieve sbaglio; l'anima ſe ne riſente, ed ammoniſce ſe ſteſſa ad interporvi le opportune correzioni.

Ma dove domina una forza regolatrice, e dove ſi ravviſa comando, ed ubbidienza, ivi c'è deliberazione, e ſcelta, per cui ſi abbraccia tutto ciò, che favoriſce le noſtre intenzioni, e ſi ripudia tutto ciò, che ad eſſe fa contraſto; dunque egli è evidente, che noi ſiam liberi; perchè la libertà nella elezione conſiſte, e perchè lo ſcegliere, e l'operare a ſuo ſenno è una coſa medeſima.

I fenomeni, de' quali ho fatto parola, che ci mettono anzi gli occhi, in quali guiſe l'anima s'apra la ſtrada alla intelligenza del vero, mi convincono appieno eſſere certiſsima la premeſſa propoſizione, e falſa la contraria; inſegnandomi la ſperienza, che quella s'appoggia ad una maſſima, e queſta ad una tenuiſſima probabilità. Replico, che non mi ſi darà mai ad intendere (e con meco anderanno d' accordo gli uomini giudizioſi, e non preoccupati, che una lunga ſerie di ſottili meditazioni, in cui riluce verità, e metodo, come i libri delle ſezioni coniche d'Apollonio, o le mirabili invenzioni d'Archimede, ſieno parti d'un combinamento accidentale di fantaſmi, che per la teſta de' citati geometri andavan caſualmente girando; piuttoſto che d'un intelletto profondamente inteſo al fine propoſto, in cui le idee, e le deduzioni regolarmente conneſſe naſceranno paſſo paſſo dall'eſame, e dalla elezione.

XIII.

Bene ſpeſſo d'un aſtruſo fenomeno abbiamo ſufficiente contezza, e delle conſeguenze altresì, che da eſſo derivano: ma delle cagioni produttrici, e del magiſtero, per cui ſi genera, ſiamo onninamente all'oſcuro. Tale ſi è l'unione dell'anima col corpo, cioè d'una ſoſtanza conſapevole di ſe ſteſſa con un'altra, che non ſa di eſſere. Egli è impercettibile, qualmente le azioni, e le reſiſtenze della materia ſi facciano ſentire dall'anima, e paſſino in affezioni d'un genere ſuperiore: ed all'incontro gli atti della volontà vincano l'inerzia del corpo, ed ai membri i movimenti imperati comunichino. Meſſe in diſparte le cauſe occaſionali de' Carteſiani, e l'armonia preſtabilita del Leibnizio, pare a me, che mantenendoſi un perpetuo ſcambievole commerzio fra lo ſpirito, e la materia, e corriſpondendo con leggi ferme, e ſerbata la debita analogia, le cagioni agli effetti; non ſi poſſa negare un mutuo ſiſico influſso. Di tale influſso mi accingo ad inveſtigare le regole, le quali oltre certi limiti non traſcorrono, e ſono forpite d'alcune importanti proprietà.

E primieramente l'anima si vale di quelle forze, che secondo le circostanze nel proprio corpo ritrova, e se ne serve liberamente fino ad un dato segno, e non più; perchè non istà in suo potere l'accrescerle. Quinci ella soltanto supera una determinata indifferenza ristretta per un verso, e per l'altro tra confini ora più larghi, ed ora più angusti. Io comincio a camminare lentamente, indi a gradi accelero il passo, e poscia finisco con un corso incitato. Egli è certo, che non mi moverò mai così pigro, come una tartaruga, nè così veloce, come una palla di cannone. Se la volontà ciò comandasse, non sarebbe ubbidita; avvegnachè la struttura de' nostri muscoli non è atta a simili movimenti o troppo tardi, o troppo celeri. Alle volte la stanchezza ci riduce a tale, che appena possiam passeggiare, e perciò fa d'uopo, che l'anima aspetti, che col riposo, e cogli alimenti il solito vigore si risarcisca. Diasi una occhiata ai fanciulli, ai vecchi, agl' infermi, e le frequenti sperienze c' insegneranno quanto poco in parecchi casi si estenda l'imperio dell'anima sopra del corpo. Desidera ardentemente un ammalato di muovere un braccio, e fa tutti gli sforzi per ottenerlo: e sebbene si ravvisa nel membro un qualche principio di esecuzione; tuttavia intieramente non succede l'effetto bramato. Non aggiungo esempj ad esempj; perchè la cosa è per se stessa palese, e conchiudo, che lo spirito non crea forze corporee, e fa uso semplicemente di quelle, delle quali il corpo è provveduto nella particolar costituzione, in cui si ritrova.

XIV.

Secondariamente: l'anima, ed il corpo insieme uniti sono in una perpetua lotta. Se la virtù dello spirito prevale, gli organi materiali per quanto possono, si uniformano alle sue prescrizioni: ma se all' opposto i sensorj sono o troppo languidi, o da soverchio impeto agitati; o la mente indarno gli stimola, o si lascia trasportare dalla corrente. Nel primo caso i fantasmi oltre modo torpenti, e le fibre inette ad oscillare con la consueta prontezza, mal rispondono ai conati della mente, la quale non sa cominciare, nè proseguire le sue operazioni, restando soltanto in esso lei la coscienza di certe affezioni fievoli, e indeliberate. Nel secondo caso gli organi in tumulto esercitano azioni così violente, che tirano in consenso l'anima incapace di reggerli, e di moderarli. Ella quasi direi sopraffatta dalla sedizione non discerne nè ciò, che si faccia, nè ciò, che si voglia; imperocchè la sua potenza è limitata, e siccome frequentemente è inabile a superare l'inerzia de' sensorj; così bene spesso dalla loro violenza si lascia vincere. Perchè dunque gli uomini facciano uso della ragione, e della libertà; egli è necessario, che siano posti in tale costituzione, che le resistenze, e le forze del corpo cedano al vigore dell'anima: altrimenti la bella prerogativa d'agire a nostro talento in noi si sospende, o a tempo, come negli ebri, ne' deliranti, ed in coloro che dormono, o perpetuamente, come in alcuni pazzi, o nei resi affatto stupidi da un gagliardo tocco d' apoplessia.

Il celebre Criſtiano VVolfio riconoſceva in noi due ſtati, uno di percezioni diſtinte, e l'altro di confuſe. Queſta viſta riſchiara alquanto le coſe fin ora eſpoſte; atteſochè le noſtre cogitazioni ſono chiare, e ben ordinate, ogni qual volta l'anima eſercita l'uffizio di cauſa agente, ed i moti corporei in qualità di effetti da eſſa prodotti al ſuo dominio ſi ſottomettono. In una parola ſa di meſtieri, che le azioni ſtiano nell'anima, e negli organi le appropiate reazioni. Ma nello ſtato delle percezioni confuſe tutto al roveſcio l'azione viene dal corpo, e l'anima è coſtretta a patire.

Se i fenomeni ci fanno fede del vicendevole perenne contraſto fra l'energia della mente, e le forze del corpo, e che la vittoria piega ora da una parte, ed ora dall'altra ſecondo le varie diſpoſizioni, in cui ſi rinvengono; ne naſce di conſeguenza, che le azioni, e i penſamenti umani ſeguitano il principio, da cui derivano: vicne a dire ſono ragionevoli, e liberi, ſe l'anima regge il freno de' ſenſorj, e viceverſa contraffatti, ed irregolari, ſe gli organi materiali per così dire ſi ribellano, e ſi uſurpano ſopra la parte più nobile una ſpezie di tirannia.

XV.

Quantunque le particolarità da me notate ſiano a tutti cognite per via d'una intima ſperienza; non mi ſomminiſtrano però dati ſuffizienti per eſplicar chiaramente l'unione dell'anima col corpo. Con qual artifizio abbia Dio legato inſieme il mondo ſpirituale col corporeo; onde dallo ſcambievole commerzio un ſol ſiſtema riſulti, e ſi connettano per mezzo delle azioni, e delle reazioni ſoſtanze di genere affatto diverſo, è un arcano impenetrabile, che ſupera di lunga mano la noſtra capacità. Arriſchio una conghiettura, ed oſſervo, che nella materia, oltre le proprietà inerti, e paſſive, cioè la trina dimenſione, e la impenetrabilità, ed altre, che da eſſe immediatamente dipendono, c'è un non ſo che di attivo, e di ſpritoſo, cui ſi dà nome di forza. Tolte di mezzo le prime, la materia non ſuſſiſte: ma nel tempo ſteſſo non è neceſsario, che ſia dalla forza animata; perchè tanto nello ſtato di quiete, quanto in quello di movimento le ſoſtanze corporee la lor natura conſervano. Ognuno agevolmente intende, che alla trina dimenſione ſolida, ed impenetrabile può aggiugnerſi il movimento di due elementi compoſto, cioè di maſſa, e di celerità, dai quali inſieme moltiplicati la quantità del moto riſulta: ma tal prodotto non eſprime la forza viva. Chi ſi farebbe mai avviſato doverſi eſſa miſurare dalla maſſa nel quadrato della velocità, e poi dividerſi per il binario, e che perſevera ſempre la ſteſſa, come è ſtata da principio alla materia partecipata ſenz'aumento, e ſenza diminuzione? Queſta energia dal ſommo Facitore è ſtata nei corpi impreſſa, a fine che il noſtro mondo non conſiſta in una mole informe, ed ozioſa: ma congiunte inſieme l'eſtenſione inerte, e la forza viva, riſulti un fiſico equilibrio fra le cagioni producenti, e gli effetti prodotti, il quale con leggi ferme, ed invariate dà norma all'economia dell'Univerſo.

La predetta forza viva non solo passa da corpo a corpo, ma penètra per così esprimermi nell'anima, e ne cangia di tempo in tempo le interne modificazioni. Ed avvegnachè l'anima non è sempre in istato di percezioni confuse, e non è sempre costretta a patire, anzi facendo transito bene spesso alle percezioni distinte, si vale della sua libertà; egli è manifesto, che s'ella, come di sopra ho provato, non produce nuova forza negli organi; almeno a suo piacere la tempera, e ne muta la direzione. Ora l'esperienza c'insegna, che anco i corpi in tal guisa operano frequentemente, e la Medicina ce ne somministra gli esempj; dunque convien dire, che generandosi gli effetti simili da cause, che serbano fra loro qualche corrispondenza, debbe ammettersi nell'anima una potenza analoga alla forza della materia; onde si verifichi la vecchia sentenza: *Summum infimi attingit infimum supremi.*

Non si creda però, che quel non so che di attivo, che si ravvisa per così esprimermi innestato nell'anima, e nel corpo si trasfonde, sia una forza materiale. Questa non ha punto che fare colle innate essenziali proprietà della mente, cioè a dire colla coscienza, e colla riflessione, le quali siccome indivisibili, ed incapaci del più, e del meno, non si appoggiano all' estensione, nè alla forza viva, che non va mai dal moto disgiunta. Ed in ordine a ciò nella guisa medesima, che alla materia nel suo essere già stabilita si aggiugne la forza, per cui viene abilitata ad agire anche contro le sostanze immateriali; non è maraviglia, che cogli spiriti, i quali riflettendo sopra se stessi sono nella loro essenza compiuti, s'accoppi una spezie di vigore atto ad operare contro le sostanze corporee.

XVI.

Fermiamci alquanto sul modo, con cui gli obbietti esterni per mezzo de' sensi esercitano sull'anima le loro azioni; perchè sappiamo, che su gli atti riflessi non an dominio. Influiscono dunque soltanto in quelle affezioni, che si chiamano sensibili, come i suoni, i colori, il dolore, ed altre di simil genere. Negli oggetti estrinseci c'è forza, ed azione, negli organi reazione, e resistenza, e nell'anima una spezie di passione da lei sofferta o con piacere, o con disgusto, o con indifferenza; non essendo in suo arbitrio di spogliarsene, se non se con mettere alle volte il suo corpo in diversa positura. Queste affezioni, che ci ammoniscono a stare intesi alla tutela, e alla difesa delle nostre membra, quantunque siano realmente spirituali rispetto il soggetto, che in se le riceve, e colla propia coscienza le accompagna; risentono però del materiale avuto riguardo alla origine, da cui derivano, e alle cagioni, che le producono.

E vaglia il vero: le sensazioni ora più fiacche, ed ottuse, ed ora più forti, e risentite cadono sotto l'idea generale della quantità; perchè ricrescono, e si diminuiscono modificate da un doppio titolo, o dal differente vigore degli obbietti esterni, o dalla varia disposizione degli organi. Per la qual cosa fa di mestieri accoppiare questi due elementi per misurare le proporzioni, che passano fra le affezioni del medesimo genere: avvertendo

pe-

però, che bene ſpeſſo ſi fa tranſito dal poſitivo al negativo, per valermi d'una eſpreſſione analitica, viene a dire dai ſentimenti grati ai nojoſi. Così l'occhio ſano ſoſtiene un lume moderato, che ſi tollera dall'infermo, e così poſta la mano in debita diſtanza dal fuoco, provo un calor blando, che mi ricrea, il quale coll'accoſtarla oltre il dovere muta natura, e ſi converte in un cocente dolore. Nei ſupplementi al Giornale d'Italia ho data alle Stampe una Diſſertazione in tal propoſito, ed alla dottrina ivi a lungo, e geometricamente ſpiegata rimetto il Lettore. Intanto aggiungo un'altra particolarità. Se le noſtre affezioni ſenſibili non aveſſero qualche conſacenza colla materia, e co' ſuoi attributi, io per me credo, che la mente umana non ſi ſarebbe mai formata l'idea della eſtenſione. Non l'avrebbe certamente cavata dal fondo delle ſue ſpirituali indiviſibili percezioni; concioſſiachè non c'è relazione di ſorta fra l'intima coſcienza, ed il moto locale, nè fra un atto intellettuale riflеſſo, e l'inerzia d'una maſſa in quiete. Per aver dunque piena contezza delle coſe materiali egli è neceſſario, che lo ſpirituale ſi leghi col corporeo, e che le noſtre ſenſazioni colla quantità eſteſa ſi accoppino. Ne deſumo la prova dalla viſta, ſenſo fra gli altri il più perſpicace. I colori conforme altrove dimoſtrerò, ſono nell'anima, e non negli oggetti, ma le figure riſiedono del pari e nei corpi, e nell'anima: anzi ſembra, che paſſino dai corpi all'anima, ſiccome i colori apparentemente tingono i corpi. Quando mi ſi preſenta a cagion d'eſempio il Sole ſotto l'aſpetto d'un cerchio palmare candido, o giallo, benchè ſia imperfetta l'immagine, e ci voglia, come ſanno gli Aſtronomi, un lungo e laborioſo progreſſo di raziocinj per iſcoprire la natura, e le proprietà di queſto pianeta; ciò non oſtante lo ſplendore circoſcritto da una ſuperfizie rotonda, e contornato dall'azzurro del cielo mi dà della eſtenſione una chiara, e diſtinta contezza. Veggio una parte fuori dell'altra, ed accorgendomi, che l'affezione colorata ſta riſtretta dentro certi confini, mi accingo, meſſa in non calere la tinta luminoſa, a contemplare ſoltanto la figura circolare, e vengo in cognizione del diametro, della circonferenza, e di molte particolarità, per cui dalle altre figure il circolo ſi diſtingue, e così m' inoltro paſſo paſſo a ſtabilire i principj della Geometria.

XVII.

Mi volgo al lato oppoſto, e cerco in qual maniera l'anima eſerciti il dominio ſopra il ſuo corpo, e per mezzo d'eſſo giunga ſino ad eſtenderlo ſopra le coſe, che ſono fuori di noi, facendo però uſo d'una limitata potenza. S'io conſulto internamente me ſteſſo, ſono indotto ad opinare, che non ſi pongono in opera, ſalvo che gli atti d'una libera volontà. Comanda l'anima, che il braccio ſi muova, e ſi muove, che ſi fermi, e ſi ferma, e così vadaſi diviſando. Ma depongo il pregiudizio, qualora mi avvedo, che per quanto ſia efficace, e riſoluto l'imperio della volontà, alle volte non ſi ottiene l'effetto; imperciocchè gli organi o troppo deboli, o troppo concitati non ubbidiſcono. Pare dunque, che tra il volere della mente, ed il movimento delle membra non ci ſia fiſico influſſo, nè debita analogia: e la ragio-

gione si è, perchè in alcune circostanze il desiderio può essere veementissimo, e crescere a dismisura, onde divenga valevole a vincere qualunque resistenza: e pure non si conseguisce l'intento. Conviene per tanto ammettere una facoltà, una energia addossata all'anima dall'Autore della Natura, analoga alla forza dallo stesso inserita nella materia. La prima ad ogni cenno della libertà mettesi in esercizio, ed abilita l'anima a poter usate o tutta, o in parte, e dirigere quà, e là a suo beneplacito la forza che nei membri del proprio corpo risiede. Con tale doppia efficacia, quantunque di genere affatto diverso, una superiore d'assai alla natura dei corpi, e che ad uno stato più sublime gl'innalza; l'altra di gran lunga inferiore alle menti, e che oltre la lor condizione le abbassa, mantiene Iddio Ottimo Massimo il vicendevole commerzio fra le sostanze corporee, e le spirituali.

XVIII.

Epilogando le cose proposte nel presento capitolo, ho fatto vedere; che le operazioni dell'intelletto ci somministrano una prova convincente appoggiata ai canoni della probabilità, che la mente umana è fornita di libero arbitrio, e se di tal facoltà ella fà uso, mentre piglia per obbietti il vero, ed il falso; chi avrà coraggio di affermare, che ne sia priva, quando si propone il bene, ed il male? Presa indi occasione ho messi in vista alquanti fenomeni, che nella unione dell'anima, e del corpo si osservano, e mi sono ingegnato di dare una conghiettura, come fra le due sostanze di genere differentissimo sia stato stabilito lo scambievole maraviglioso commerzio. Termino con un importante corollario, ed è, che bisogna fare ogni sforzo non solo per mantenere, ma per accrescere sempre più l' imperio della mente sopra del corpo: lo che si conseguisce non senza fatica, replicando frequentemente gli atti della nostra libera volontà, che suo mal grado lo costringano ad ubbidire. Così appoco appoco s'introducono le mutue corrispondenti abituazioni, le quali rispetto all'anima moltiplicano i comandi, e riguatdo agli organi corporali facilitano le esecuzioni.

CAPITOLO DECIMONONO

Delle cause finali.

I.

IN ogni tempo, e da tutte le filosofiche sette è stata con calore agitata la famosa controversia intorno le cagioni finali, che fra tutte le altre è forse la più malagevole, e la più importante. Nel maneggiarla i Fisici antichi, e moderni appena anno posto attenzione ai fenomeni, e la decisione si è fatta piuttosto nascere, siccome una conseguenza derivata da que'principj, e da quei sistemi, che ai capi di partito è piaciuto di stabilire o veri,

ri, o falsi, ch'esser potessero; conciossiachè adornata una qualche ipotesi, che si reputa ferma ed invitta, e che si pianta per base de'nostri raziocinj; conviene ingojare tutte le illazioni quantunque strane ed assurde, che da essa immediatamente fluiscono. Si creda, che il presente Universo sia parto o della temerità del caso secondo Epicuro, o d'una brutale necessità giusto Stratone; ne segue infallibilmente, che bisogna bandire dal Mondo le cause finali: sebbene esse in tanti incontri ci si affacciano, che senza ripugnanza della ragione negarsi non possono; perchè quali fini può mai prefiggersi un raccozzamento fortuito d'atomi, ovvero una materia insensata, che sempre ha operato in una maniera, e non ha per tutta l'eternità prescritto a se stessa alcuna regola di operare? Gli Epicurei ammoniti da un senso interno erano convinti, che gli uomini nelle loro azioni pigliavano per lo più di mira uno scopo, a cui diriggevano i mezzi per conseguire il fine proposto; e conseguentemente non credevano di doversi spogliare della libertà, ch'è il più bel pregio della natura umana, per servire al caso con una cieca condescendenza. Si sono per tanto immaginati di salvare il libero arbitrio, che porta con seco la scelta, e la deliberazione, introducendo negli atomi un minimo deviamento dalla linea del piombo. La fantasia è così bizzarra, che ha mosso a riso gli altri filosofanti; avvegnachè capisca chi può, qual analogia ci possa essere tra la cagione, e l'effetto, viene a dire fra l'operare a nostro senno, e la sognata declinazione delle particole elementari. A buon conto le cause finali, che trovan luogo nella posizione di Epicuro, risiedono soltanto negli uomini, e dalla menzionata deviazione unicamente dipendono. Assai più rigidi, ed inesorabili si sono mostrati i fautori della necessità. A loro detta la libertà è una illusione, per cui le menti umane si lusingano di agire a lor beneplacito, quasi che stesse in nostra balia il piegare la volontà ovunque ci piace; mentre è così strettamente connessa la catena delle cagioni, e degli effetti, che non può scioglierfi da qualsisia forza. Ed in ordine a ciò il fato inevitabile con una non intesa violenza ci strascica dove ci pare di andar volontariamente; restando in noi la semplice credulità di valerci d'un arbitrio, che tale è in apparenza, ma in fatto soggiace ad una dura necessità.

II.

Della libertà umana già si è discorso abbastanza, in parlando de'canoni della probabilità, e della Divina, quando si è favellato del principio della indifferenza. Nella presente ispezione pare a me, che abbiano calcato un ottimo sentiero que'valentuomini, i quali dai fenomeni, e dagli stupendi artifizj della Natura anno cavate le prove convincentissime a favore delle cause finali, come il Nievvenzit, il Dheran, ed altri parecchi. Il celebre Signor Vallisnieri mio stimatissimo amico ad un cotale, che si era lasciato uscir di bocca, che i fisici, e i medici sono sospetti di miscredenza, seriamente rispose, che coloro, i quali studiano giorno, e notte il gran libro della Natura, veggono Dio da per tutto, e che in ogni minima creatura

ſi contempla, come in uno ſpecchio, e per dir così di rifleſſo, l'onnipotenza, e la ſagacità ſapientiſſima del Creatore.

III.

Per agevolarmi la ſtrada, che non è così piana, come altri ſi danno a credere (avvegrachè non tutti gli argomenti, e le conghietture, che a pro d'una vera ſentenza ſi recano, ſono di peſo uguale, e bene ſpeſſo una buona cauſa mal ſi difende) mi ſi permetta di trattenermi alquanto ſopra i fini, che alla giornata gli uomini ſi propongono. Queſti, che finalmente ſono lavori d'una perſpicacia aſſai limitata, qualche volta ſuperano di lunga mano i popolari concepimenti, e tal fiata a ſtento vengono capiti dagl'intelletti più ſvegliati, maſſimamente ſe c'entra la novità accompagnata da un non ſo che di ſublime, e di ſtraordinario. Ma perchè meglio con un eſempio appropiato, che con una lunga diceria mi verrà fatto di ſpiegare la mia intenzione; deliberi un Principe di munire una piazza, valendoſi de'nuovi metodi del Lansberg, o dell'Erbort. Non c'è zottico, che non intenda, che ſi pianta un forte arneſe da fronteggiare il nimico, e ſargli perdere in caſo di guerra il tempo, e la gente ſotto una Città atta ad opporſi con una valida reſiſtenza. E tale ſi è il fine principale inteſo dal Sovrano. Ma potendo coſtruirſi una fortezza più o meno robuſta, fa di meſtieri penetrar ben addentro i fini particolari dell'architetto. Quanti invitati dalla curioſità ſi porteranno ſopra il luogo per veder a naſcere, ed a creſcere appoco appoco la recente fabbrica: e pure fra tanti uno forſe non ce ne ſarà, che comprenda di fondo l'artifizio del bravo ingegnere. Chi ſaprà dire, per qual motivo ſi facciano ſtaccate le opere capitali, perchè gli eſteriori ſi tengano ſcarni ne'terrapieni, a qual fine ſi formi un intralciato laberinto di linee, con moltiſſime altre circoſtanze, che ommetto per brevità? L'architetto fa render minuto conto d'ogni angolo, e d'ogni dimenſione, facendoci accorti, che qualſivoglia picciola parte fa all'offeſa contraſto, ed avvalora la difeſa. E per ottener ciò quanti raziocinj, e quante avvertenze ci voglion, che vincon di molto le corte rifleſſioni di coloro, che non ſono del meſtiere, ed appena ſanno quattro nomi concernenti l'architettura militare.

IV.

Qui muovo un altiſſimo volo, e dalle fatture umane m'inoltro a contemplare l'Univerſo opera imperſcrutabile uſcita dalle mani d'un Dio. La ragione mi documenta, che il ſommo Facitore nel produrre il Mondo non ſi ha prefiſſo altro fine, che ſe medeſimo, e nel tempo ſteſſo ha voluto dar un ſaggio alle ſoſtanze ragionevoli del ſuo potere, della ſua ſcienza, e della ſua bontà. Qualmente fiaſi egli adoperato nel lavoro della vaſta mole, una mente limitata non giugnerà mai a capirlo, e molto meno l'intelletto umano annebbiato da' ſenſi, i quali oltre l'eſſere fiacchi, a pochiſſime coſe con la debita diſtinzione ſi applicano; laonde diceva ottimamente il Galileo, che la Fiſica è una facoltà tanto ſublime, e traſcendente, che ſolo Iddio

la

la ſa tutta, e gli uomini, per quanto ſtudio ci mettano, non arrivano a ſaperne ſalvo che una menomiſſima particella. Per la qual coſa inveſtigando noi i fini delle divine maravigliose ſtrutture, fa d'uopo, che ci guardiamo dall'abbracciar troppo; perchè nulla ſi ſtrignerà. Conviene dunque appigliarci al partito di conſiderare un qualche ſubbietto in ſe ſteſſo, e con poche relazioni ai ſoggetti analoghi, e non tutto intiero, ma a parte a parte; imperocchè qualunque corpo, e maſſime vivente, ed organizzato con artifizio è un Mondo in compendio; ed epiloga proprietà innumerabili, e tali, che per diſcernerle ad una ad una, e combinarle inſieme, onde la totale economia ci ſi faccia paleſe, il criterio dei ſenſi ſi perde, l'immaginativa non regge, e viene meno il lume della ragione. E ſe per così dire ci opprimono certi oggetti, che ſono alla noſtra portata, che ci ſtanno continuamente anzi gli occhi, e ſu i quali ci è conceduto d'iſtituire, e di replicare a noſtro piacere gli eſperimenti; ſarà una ſtolida preſunzione il crederci capaci di ſtendere la viſta alle coſe oltre modo da noi rimotiſſime, delle quali appena ci è nota l'attuale eſiſtenza. Contentiamci di quel poco, che può comprenderſi, e ringraziamo la benignità del ſupremo Artefice, che non ci ha laſciati onninamente all'oſcuro, e che tra il bujo della noſtra ignoranza ſpande alcuni barlumi di verità, per cui ſi vede adombrata la maeſtà del Creatore nel magiſterio delle creature.

V.

L'antica Scuola di Stratone ſoprannomato il fiſico dichiarata nemica delle cagioni finali ſi perſuadeva di opporre ad eſſe l'argine inſuperabile della neceſſità, e l'empia dottrina ſi è pur troppo a giorni noſtri propagata per l'Europa tutta dagli Obbeſiani, e da'Spinoſiſti. Ma ci verrà fatto di diſingannarci, e di ſcoprire il ſofiſma naſcoſto ſotto un vocabolo, cui neſſuna idea corriſponde, qualunque volta porremo attenzione, che per quanto ſieno ſtrettamente legati, ed inſolubili i vincoli d'una fatale neceſſità, e che per quanto ſiano inviolabili le leggi fondamentali della Natura, e maſſime quelle, che immediatamente dall'eſſenza della materia eſteſa, ed inerte dipendono, onde col mutarle vegna eſſa ad annichilarſi; ciò non oſtante non ſi reputino così pervicaci, ed intrattabili, che non ſottoponganſi bene ſpeſſo al gran principio della indifferenza. Stiano pure fermi, ed in tutto il loro vigore i canoni appoggiati ad una incommutabile verità metafiſica, o geometrica, non ci è diſdetto, ſenza che ſoffrano alterazione di ſorta, di applicarli ad un qualche fine, ed obbligarli a ſervire ai noſtri biſogni. E ciò ſi ottiene col meſcere inſieme ſoſtanze diverſe; col modificare le grandezze de'corpi, i ſiti, le figure; col dirigere a noſtro beneplacito i movimenti, ed aumentare, e diminuire le forze; collo ſcegliere le materie appropiate, e valerſene a luogo, e a tempo, ed in cento altre maniere, che ſtimo ſoverchio di annoverare partitamente. Il paralogiſmo dunque degli Avverſarj in ciò ſpezialmente conſiſte, che anno dato troppo peſo al fato, ed alla neceſſità, e ſi ſono immaginati di ſpogliarla d'ogni indifferenza, la

qua-

quale, vogliano o non vogliano, è infinita, ed in guiſe infinitamente infinite opportunamente ſi adopera. Tengaſi per fermo, che tra l'indifferente, ed il neceſſario non c'è la ripugnanza, e l'oppoſizione tanto vantata dai Stratoniſti, e che queſti due attributi, ſebbene in apparenza contraddittorj, agevolmente ſi accoppiano, e ſi conciliano.

VI.

Abbiaſi un mortajo a bombe, e ſe ne voglia far volar una per quell' oggetto, ch'io mi prefiggo. Acceſo il foco nello ſpiraglio, non iſtà certamente a me il moderare l'efficacia della polvere, nè alterare la ſtrada del mobile, il quale fiſicamente deſcrive una Parobola Apolloniana, nè attutire, o avvalorare la forza del colpo miſurata dalla maſſa, dal quadrato della velocità, e dall'angolo della incidenza. Su gli effetti, che dipendono dai dati, e dalle leggi immutabili della Natura io non hoarbitrio; poſſo però temperarli in mille maniere, e far sì, che a' miei particolari diſegni ubbidiſcano. Chi mi vieta di accreſcere ſino ad un certo ſegno la doſe della polvere, per portare più da lontano l'eſterminio, e riempiere la cavità delle bombe di paſte incendiarie, per ottenere più prontamente la reſa d'una fortezza? A me s'aſpetta voltare ovunque mi piace la lor direzione, procurare il maſſimo tiro, piegando il mortajo ad angolo ſemiretto, conſeguire, che deſcrivano una determinata parabola, ed appreſſo, che per due differenti archi parabolici vadano a ferire lo ſteſſo ſcopo, ſecondo che più mi torna in acconcio. Tutto ciò ſta in mia mano: ed avvegnachè io non turbi nè poco, nè molto il meccaniſmo della Natura; del meccaniſmo medeſimo io mi vaglio a mio piacere: attalchè non ſolo adatto ai fini da me inteſi le forze naturali, come nell'allegato eſempio, ma ſforzo, per così eſprimermi, le cauſe fiſiche ad operare a mio talento, e a produrre innumerabili effetti, che non ſarebbero mai comparſi nella preſente coſtituzione di coſe, e che dall'induſtria degli Uomini vengono introdotti ad onta della ſuppoſta fatale neceſſità.

VII.

Non mi ſi facciano incontro gli Oppoſitori col dirmi, che il deſtino regge il freno della volontà umana, e che con una ſegreta violenza la ſpigne inevitabilminte verſo dove la concatenazione inſolubile delle cagioni la guida. Eglino tentano indarno di diſgiugnere il fato dalla indifferenza, e l'obbiezione allegata ſervirà, ſe mal non mi appongo, a maggiormente convincerli. E vaglia il vero, quale ſtrana neceſſità ſi mette a campo, la quale va, non ſi ſa come, alla ſoggia, e tutto dì cangia vezzo? Se diamo un' occhiata ai magiſteri della Natura, eſſendo il ſiſtema già ſtabilito, e moderato dalle ſue leggi, ſi oſſerva una coſtante regolarità di coſe, ed una ſucceſſione ordinata di fenomeni; per guiſa che l'aſpetto generale del Mondo preſente non è guari diverſo da quello, che mille anni fa ſi affacciava a' noſtri antenati. E ſebbene ſi danno degli effetti ordinarj, che alla giorna-

nata ci si presentano, o seguitano il corso delle stagioni, ed altri appresso, che di rado compariscono, siccome nascenti da un combinamento di cause, che richiedono un lungo tempo per raccozzarsi; si sappia però, che nulla mai spunta di nuovo, e che degli avvenimenti insoliti si conserva una qualche notizia nelle memorie de' secoli trasandati. Delle Aurore Boreali negli anni della mia gioventù non si aveva contezza, se non se in quanto parecchi Scrittori ce ne somministravano oscuri gl' indizj, ma di tante lepidissime favolette infrascati, che non se ne poteva formare idea. Giusto la frase di Livio ora in un luogo, ed ora in un altro s'era veduto arder il cielo; toccandosi con ciò la principale apparenza, e tacendosi le circostanze. Ma nell'età posteriori, alzati questi fenomeni dalla rozzezza, e dal terrore de' popoli al posto di prodigj, si è riscaldata talmente la santasia, che si è riputato azzuffarsi in aria due eserciti, che l' un contro l'altro rabbiosamente pugnassero con arme infocate, e poco ci ha voluto, che non si udisse il fragore delle trombe, e de' tamburi. Queste materie negli ultimi tempi ci sono, quasi direi, rese familiari, ed a forza di farsi vedere si sono spogliate del mirabile, di cui dalla superstizione erano state vestite. Due d'esse han fatto mostra di se in Trivigi, dove io soggiorno, l' anno corrente 1750: la prima assai languida, e di poca estensione, la seconda molto più forte, e per maggior tratto di paese visibile. I Matematici Francesi, che, per accertarsi della figura del globo terraqueo, si sono trasferiti nella Laponia, ci assicurano, che le aurore sono così frequenti nelle regioni Settentrionali, che ogni notte fanno la loro comparsa, e non solamente verso il polo, ma a tutti i venti: lo che una sol volta nel nostro clima a mia memoria si è osservato da' Bolognesi, i quali ne anno mirata una girare la stessa notte per tutto l'orizzonte. Io per me penso, che se si avesse alla mano una storia esatta degli eventi straordinarj, i quali si reputano maravigliosi, perchè raramente accadono, se ne scoprirebbero i periodi, e si ridurrebbono alle regole della probabilità.

VIII.

Sopra innumerabili avventure della natura umana il senso interno ci ammonisce, che abbiamo o nulla, o pochissima potestà. Non siamo a parte della maravigliosa struttura de' nostri organi, nè della incomprensibile maniera, per cui si propaga la spezie; attalchè se la quotidiana sperienza non ci certificasse del fatto, si crederebbe forse impossibile. Appresso non tocca a noi il prescrivere, che presso poco nascano tanti maschi, quante femmine, e che la vita degli uomini in generale si ristringa ai venti anni in Inghilterra, ed a' vent'uno in Italia, conforme risulta dai computi, da' quali ha tratti l'incomparabile Cavalier Newton i suoi nuovi canoni cronologici. Queste, ed altre particolarità ad una superiore providenza appartengono, e siccome derivate da una economia di cose fabbricata, e disposta con un lavoro eccedente di lunga mano la nostra capacità, ci vuol poco a riconoscere, che il caso, e la necessità a tanto non ponno giugnere.

IX.

Il Mondo fiſico col girare de' ſecoli non muta aſpetto: ma tutto al roveſcio interviene in un' altra ſorta di Mondo, ch' io chiamerò civile, ed artifiziale, ſu cui l'uman genere giuſtamente ſi arroga un pieniſſimo arbitrio. Creſcono di giorno in giorno le invenzioni degli uomini, e ſono ſtupendi i progreſſi delle ſcienze, e delle arti onninamente ignoti all'antichità. Baſta riflettere a qual grado di perfezione è ſalita la Geometria, e l'Analiſi, fino a maneggiare con franchezza le quantità infinite, e le infinitesime. Quante novelle ſcoperte ſi ſono fatte nell'Aſtronomia, e maſſimamente accoſtando gli obbietti celeſti ai noſtri occhi con l'aita della Diottica? Quante nella Meccanica degli equilibrj, e de' movimenti, ed intorno le leggi delle forze vive, e delle morte continuamente applicate. Non avean ſentore i vecchi maeſtri dei canoni della probabilità, che danno norma agli affari politici, e molto meno dell' uſo delle ſerie, le quali ſervono a tale aſtruſa ricerca. Che diremo delle arti ſecondiſſime di recenti ritrovate? Metto da canto gli orologj a ruote, i teleſcopj, i microſcopj, i barometri, i termometri, le macchine del Boile, e cento altri ordigni, da cui tanto profitto ha tratto la Fiſica. Chi non ſa, che l'arte della guerra ha cangiata faccia e per l'offeſa, e per la diſeſa, e che in modo affatto diverſo ſi coſtruiſcono le fortezze, e ſi diriggono le battaglie terreſtri, e marittime? In ſomma il Mondo de' noſtri progenitori non ha punto che fare col noſtro, e differentiſſimo ſarà quello de' noſtri nipoti: non già perchè ſi ſconvolga in conto alcuno lo ſtile coſtante della Natura; ma perchè la ſagacità umana va tuttodì rintracciando nuove maniere di applicare a' ſuoi diſegni le forze, e le leggi della Natura medeſima, valendoſene non mai col diſguiſarle, o col riformarle, ma ſemplicemente col far uſo di quella indifferenza, che in eſſe a ſuo profitto ritrova, e che ſoggiace a ſuo beneplacito.

X.

Ora ſe la noſtra libertà è una pura immaginazione, per cui gli Uomini deluſi dall'amor proprio adulan ſe ſteſſi, mentre ſon aſtretti ad operar neceſſariamente; dimando per qual motivo nelle azioni umane la neceſſità ineſorabile con tanta varietà ſi accompagni. Non arrivo a capire qualmente il fato ſi ſcordi de' ſuoi vecchi artifizj, e compariſca veſtito alla foggia, e con que' ſoli abbigliamenti, de' quali gli uomini di età in età ſucceſſivamente l'adornano. Non c' è neceſſità alcuna, per cui nella eternità addietro ci doveſſero eſſere i tubi Catadiottici di moderna invenzione dell' Inſigne Cavalier Nevvton: avvegnachè per le memorie, che ci rimangono, non s' è fatto in parecchie migliaja d'anni uſo degli occhiali, ſtromenti tanto ſemplici per confortare la viſta. Arroge, che internandoſi col penſiero nell'infinito corſo del tempo anteriore, ed adottando le idee de' menzionati filoſofanti, ſi dee credere, che in qualunque ſtagione gli uomini non viveſſero ſcioperati, e che non metteſſero ſtudio in procurarſi gli agj, e i piaceri, e nel-

nello ſcanſare gl'incomodi. Ma che in altro tempo, quanto ſi voglia rimoto ſuſſiſteſſe un combinamento di coſe ſimiliſſimo al preſente in ciò, che concerne la perfezione delle ſcienze, e delle arti, il regolamento de' governi, delle leggi, delle coſtumanze, e de' commerzj; la varietà delle lingue vive ſuccedute alle morte, e che in progreſſo morranno ſenza ſperanza di rinaſcimento; per me dico eſſere queſta un'ipoteſi affatto impoſſibile, non oſtante la preteſa paſſata eternità; e molto più aſſurda ancora, ſe ſi porta ai ſecoli venturi, ne' quali fra le infinite differentiſſime combinazioni una particolariſſima non ſe ne puo raccozzare; perche l'avvenire, per quanto ſi eſtenda, non varca mai, come altrove ho notato, oltre i limiti del finito.

XI.

E ſe così è, ſi conchiuda, che la neceſſità, la quale fa lega coll' inoſtanza, diſtrugge ſe ſteſſa, e per formarne l'idea, fa d'uopo meſcere inſieme le contraddizioni; laonde quanto più ſi ſviluppa, tanto meno s'intende. Per la qual coſa ſono perſuaſo, che la neceſſità di Stratone, ed il caſo Epicureo, ſebbene pajono direttamente oppoſti; tuttavia alla fine ſi uniſcono, e ſi confondono: concioſſiachè ivi ſignoreggia la fortuna, dove non c'è un principio ragionevole, che dia norma agli accoppiamenti. In vece dunque, che la neceſſità regoli le azioni umane con quell' uniforme tenore, che ne' prodotti naturali ſi ammira, convien dire, ch' eſſa proceda a ſalti, e che ſia, per così eſprimermi, neceſſitata a ſervire ai capricci degli uomini, mentre muta aſpetto di ſecolo in ſecolo, e ſa di ſe moſtra diſguiſata in innumerevoli maniere.

XII.

La coſtituzione di coſe, in cui viviamo, a guiſa d'una repubblica ben fondata, è diretta dalle ſue leggi, che non ſi poſſono traſgredire; concioſſiachè le creature, che ci ſono ſtate introdotte, ſtabilite nella loro particolare natura, ſi trovano dotate d'alcune proprietà eſſenziali, che non ammettono alterazione. A cagion d'eſempio ſi annichila onninamente la materia collo ſpogliarla della eſtenſione, della impenetrabilità, e dell'inerzia; nè ſi darà commerzio tra corpo, e corpo ſenza l'azione delle forze morte, ſenza la ripugnanza a cangiare ſtato, e ſenza che ſi mantenga l' uguaglianza fra la cagione, e l'effetto. Siano pure queſte leggi, ed altre di ſimil tempra appoggiate ad un' evidenza o metafiſica, o geometrica, e conſeguentemente inviolabili; ſoggiaceranno ciò non oſtante ad una infinita indifferenza, come ſi è teſtè dimoſtrato. E ſe gli uomini a lor talento ſe ne ſervono, facendole ubbidire ai diſegni, che ſi propongono; ſarà ben temerario colui, il quale contraſterà al ſommo Facitore una tale prerogativa, che a Lui in grado ſupremo, e traſcendente compete. Per ora non metto in proſpetto, che fra tutte le creature poſſibili Iddio chiama dal nulla quelle, che a' ſuoi fini generali, e liberali più ſi confanno, e le altre, delle quali

non poſſiamo aver idea, giacciono nell' abiſſo della ſua Onnipotenza. Sia ſtata preſcelta la materia corredata de' ſuoi eſſenziali attributi. Si ſtabiliſca un limite alla ſua grandezza, ed un altro alla ſua diviſione, e ſi determini quella quantità di forza, di cui ſi vuole animarla; non per anco ſi è fatto tutto cio, che dee farſi, e fin ora non arrivo a capire, qualmente da tal mole rozza, ed indigeſta eſca alla luce un Mondo in ogni ſua parte compiuto. Conviene dunque diſporla, ed organizzarla, diſtribuendo con ineffabile maeſtria le maſſe, le figure, ed i movimenti; onde riſulti il meccaniſmo, e la ſimmetria de' prodotti. Nulla otterraſſi mai di ben ordinato, ſe non ſi ricorre alle cauſe finali regolatrici dell'opera, dalle quali vien eletto ſempre il buono, e talvolta l'ottimo: altrimenti l'agire ſenza prender di mira un fine è lo ſteſſo, che introdurre il diſordine, ed appigliarſi al cattivo, e ſpeſſe fiate anche al peſſimo.

XIII.

Ed in vero chi ſarà così ſtupido, che ne' lavori, che ci ſi affacciano, non ravviſi l'intenzione dell' Artefice? Ho letto, e poco importerebbe, ſe foſſe falſo il racconto, che i Cineſi, nazione per altro colta, e ſvegliata, in vedere la prima volta i noſtri piccoli orjuoli a ruote, che ſegnavano l'ore con aggiuſtatezza, ſi diedero a credere eſſere queſti tanti animaletti forniti di ſenſo, e di cognizione. L'inganno naſceva da ciò, ch'eglino non capivano, qualmente poteſſe l'induſtria umana fabbricare macchinette, che batteſſero così giuſto, e camminaſſero con tale ammirabile regolarità. Per la qual coſa ad un poſto ſuperiore le alzavano, collocandole fra i viventi, i quali anno in ſe ſteſſi il principio del lor movimento. Attribuivano coſtoro alla Natura le invenzioni degli Uomini inteſi a miſurare il tempo, ed imitavano in qualche modo l'errore degli antichi Filoſofi, i quali contemplando i globi celeſti coſtanti nelle loro perenni rivoluzioni, penſarono, che foſſero animati, o almeno aſſiſtiti dalle intelligenze, e ne fecero tante Deità. Egli è una ſtravaganza l'aſcrivere alla macchina la perizia del maeſtro, che per un qualche fine l'ha fabbricata, e ad un qualche uſo l'ha deſtinata. Nelle fatture artifiziali rariſſime fiate, e per poco tempo ha luogo l'equivocazione: ma ne' prodotti della Natura alcuni filoſofanti troppo audaci opinano tutto al roveſcio. Eglino non ſi reputano veri fiſici, ſe non eſcludono le cagioni finali, e non negano sfacciatamente l'arte, e l'artefice. Non così anno coraggio di ragionare in parlando, per valermi d' un qualche ſempliciſſimo eſempio, o d' un cannocchiale, o d'un orologio; e poſcia mutan linguaggio nel diſcorrere d' un occhio, o d'un corpo organico: ma ſia detto a lor confuſione, ſi moſtrano affatto ignari della Diottica, e dell' Anatomia; mentre o non conoſcono, o fingono di non conoſcere, che tra le macchine lavorate dagli uomini, e quelle, che ſi fabbricano dalla Natura, ci paſſa un incomprenſibile divario, avuto riguardo tanto al fine inteſo, quanto alla maeſtria di ridurlo all'eſecuzione.

XIV.

Qual intelletto ſarà capace, non dico già di coſtruire un occhio vivente, ma nè meno d'intenderne eſattamente la ſimmetria accompagnata dalle moltiplici, e minutiſſime particolarità, che ſi richiedono a perfezionarlo? Facendomi poi ſcala dalla parte al tutto, chi ſi darà vanto di comprendere da capo a fondo l'economia d'un animale, e maſſime lo ſtretto collegamento delle membra, ed il mutuo rapporto degli organi, e de' ſenſorj? Un vaſto campo mi ſi aprirebbe: ma baſti per ora il riflettere, che diverſamente lavorati ſono gli occhi de' quadrupedi, degli uccelli, e de' peſci: anzi nella medeſima ſpezie ſi ravviſa una curioſa varietà, come ne' volatili notturni, nelle talpe, ed in parecchie beſtie, le quali chiamanſi anfibie; perchè abitano del pari in terra, ed in acqua. Metto da canto gl'inſetti, che diſtribuiti in generi totalmente diſparati, non ci danno agio e per la loro picciolezza, e per la lor moltitudine di farci ſopra le opportune oſſervazioni. Riſtringendomi a poche coſe confacenti all'aſſunto, noto ſoltanto, che gli animali terreſtri ſono provveduti d'una viſta al loro ſtato proporzionata, cioè diſtinta da vicino, e da lontano confuſa; per guiſa che gli obbietti in diſtanza o non ſi veggono, o mal ſi diſcernono. All' incontro gli uccelli, che deono ſpaziare per le vaſte regioni dell' aere, anno l'occhio differentemente conformato, ſiccome quelli, che abbiſognano d' un ſenſorio idoneo ad iſcoprire dall'alto gli alimenti per lungo tratto remoti. Ne' peſci poi i raggi viſuali patiſcono una, o due refrazioni dall'aria all' acqua, e dall' acqua agli umori dell' occhio, ed in ordine a ciò ſi richiede una particolare ſtruttura nell'organo, onde collocato nell'uno, e nell' altro fluido ſi adatti a viſioni diverſe, e quanto baſta diſtinte. Il bello ſi è, che la Natura non falla mai, nè pianta in fronte di un cane le pupille d'un'aquila, ovvero quelle d'un cavallo nella faccia d' un delfino. Ora io non ſo, qualmente poſſa affermarſi, ſalva la buona fede, e la filoſofica ingenuità, che gli occhi non ſono già fatti per vedere, ma che da noi, e dagli altri animali intanto ſi vede, in quanto per avventura ci ſiamo trovati con due occhi in teſta; di modo che deggia aver luogo in qualunque incontro la ſtrana propoſizione dell' Epicureo Lucrezio: *quod natum eſt, id procreat uſum*.

XV.

Noi nè punto nè poco ſiamo a parte dell' interna maraviglioſa ſtruttura del noſtro corpo; e ſiccome un oriuolo cammina in giro, e diſtingue accuratamente l'ore diretto da un arte, che in eſso non riſiede; così dagli uomini ſi fa uſo de' loro organi, ſenza ſaperne il recondito magiſtero, o almanco ſenza porci avvertenza. Per averne una qualche ſuperfiziale contezza fa di meſtieri prendere ad una ad una le parti, di cui ſiamo compoſti, per obbietti delle noſtre ricerche, e minutamente eſaminarle cogli ordigni anatomici alla mano, e coll' ajuto dell' anatomia comparata; indi per inve-

ſtigarne gli uffizj, e gli uſi conviene ricorrere alla Geometria, alla Meccanica, e all' Idroſtatica. Con tanti libri, che in tal propoſito ſi ſono dati alla luce, e con tante diligenze praticate ſiamo, ſtarei per dire, quaſi da capo: e quantunque ogni giorno s' impari, e ſi corregga, e ſi aggiunga; quel poco, che ſi ſa, non è conmparabile con ciò, che ci reſta a ſapere.

XVI.

Quì viene a feſta una lepida fantaſia, che non ſi vuol traſcurare. Giuſto le idee de' menzionati Scrittori, nemici aperti delle cagioni finali, il caſo, o il fato aprono ſcuola di Scienze, e particolarmente di Fiſica, e ci danno lezione: ma coſa c' inſegnano mai queſti perſonaggi immaginarj, e queſti maeſtri di ſcena? Eglino ſi moſtrano parziali, e non trattano del pari i loro diſcepoli, che vivono in varie regioni, ed in ſecoli differenti. Quando ſi è ſcoperta l' America, que' popoli erano ignorantiſſimi, e tali per neceſſità, la quale adeſſo va mutando faccia, mentre principiano a coltivarſi. I Cineſi non ſi defraudano della debita lode in linea di ſapere: ſebbene ſtanno indietro per lungo tratto dagli Europei. Pare, che le dottrine ſiano riſerbate agli abitanti dell' antico Mondo; non laſciano però di traſmigrare paſſo paſſo da paeſe a paeſe. Fiorivano ab antico in Egitto, in buona parte dell' Aſia, e nella Grecia intiera. Abbandonata la loro ſede, e divenuti zotici gli Orientali, ſi ricoverarono in Occidente, ed oggidì penetrarono nell' ultimo Settentrione. E' bene ſtravagante una neceſſità, che cangiando inceſſantemente tenore, e legandoſi ora coi climi, ed ora coi tempi, ſi ſcorda di ſe medeſima. E' ben ingegnoſo il caſo, che non contento di aver creato un ſolo Univerſo con un fortuito combinamento d'atomi, ogni dì ce lo muta in mano, ed innumerabili ne produce di ſimile perfezione forniti. Diaſi una ſcorſa alla ſtoria della Natura, e ſcopriremo ad evidenza, che poſtà attenzione ai fenomeni, nulla queſti ci mettono innanzi di aſſurdo, di temerario, e di ſregolato. Da per tutto ſi ravviſa un fino giudizio, ed una induſtria ſagace. Dappoichè con iſtento ſiam giunti a capire rozzamente la ſimmetria d'un corpo organico, il rapporto delle parti col tutto, e la conneſſione de' membri componenti un ſiſtema, entriamo ſeriamente in noi ſteſſi, e conſideriamo, ſe mai la ragione umana, la quale ne' ſuoi lavori moſtra il ſuo ingegno, ſi ſarebbe avviſata d' impiegare la milleſima parte degli artifizj poſti in opera dalla Natura. E ſe così è (concioſſiachè non biſogna fermarſi ſoltanto ſulle nozioni generali, e metafiſiche, ma diſcendere al particolare, e penetrare ben addentro l' economia de' fiſici producimenti) dobbiam confeſſare, che quand'anche, ſe non altro per via d'ipoteſi, ſi ammetteſſe la fortuna, e la neceſſità, con eſſo loro indiſpenſabilmente la ſapienza ſi accoppia. Appreſſo dove ſignoreggia la ſapienza, c' è il potere, e la ſcelta, e queſte prerogative, che ſenza una manifeſta contraddizione non ponno diſgiugnerſi, uno, o più fini ſempre rimirano, e fanno sì, che la materia, che della indifferenza non mai ſi ſpoglia, ai premeditati diſegni prontamente ubbidiſca, e ad una volontà ſuperiore ſi ſottometta. Per le quali coſe chi totalmente non ſi accieca a traverſo la neb-

nebbia d'un immaginato neceſſario, o fortuito vede traſparire un lume chiaro di conſiglio, e di provvidenza. Eſaminata dunque profondamente la materia, il fato, ed il caſo, due idee, o per dir meglio, due nomi vuoti di ſenſo inventati dall' empietà, per cancellare nella mente degli uomini l'anticipazione d'un Eſſere ſupremo, e per iſgravarla dalla ſollecitudine di riconoſcerlo, e di temerlo; con tutte le ſpecolazioni, e con tutte le ſottigliezze del mondo non ſi ridurranno mai a tale, che nella gran fabbrica dell' Univerſo non appariſca più ſplendido della luce del mezzo giorno l'aſſoluto dominio, e l'ammirabile magiſtero d'una cauſa prima, indipendente, e corredata d'una infinita poſſanza, e d'una intelligenza infinita.

CAPITOLO VIGESIMO

Della Induzione.

I.

TAl uno prenderà maraviglia, che avendo io diſcorſo a lungo del principio della Uniformità, mi accinga ad impiegare due altri Capitoli per ragionare della induzione, e dell' analogia, che ſono due rami, i quali ſpuntano dal medeſimo tronco. La materia per coſi dire mi creſce anzi gli occhi, e chiunque ha una mediocre contezza della Storia filoſofica ſa beniſſimo, quanto uſo della induzione abbiano fatto gli Antichi, o pure quanto ſe ne ſiano frequentemente abuſati. Il ſentiero è lubrico, e chi non lo cammina con piè fermo, e ſoſpeſo, ad ogni paſſo corre riſchio di sdrucciolare. Le induzioni o troppo lontane, o troppo eſteſe ſono la copioſa ſorgente dei paralogiſmi, ed io penſo, che Socrate preſſo Platone per confondere e debellare colle proprie lor arme i Sofiſti, i quali in Grecia menavano tanto fracaſſo, ſi valeſſe di queſta maniera fallace d'argomentare. Io non mi prefiggo per iſcopo ſe non ſe le induzioni fiſiche; e ſe io voleſſi teſſere un catalogo di tutte quelle, che per eſſere o falſe, o imperfette, o equivoche anno data occaſione ad innumerabili sbagli, dovrei ſervirmi d'una lunghiſſima induzione, ſenza mai forſe venirne a capo. Per la qual coſa mi riſtringo a ſuggerire alcuni avvertimenti neceſſarj, per valerſi utilmente del principio delle induzioni.

II.

Atteſa l'impoſſibilità d'averle generali, e compiute, a cagione che noi ſiamo preſenti ad una piccioliſſima parte dell' Univerſo, e conſeguentemente ad un tratto anguſto le noſtre oſſervazioni ſi ſtendono, per ſupplire in qualche maniera alla mancanza ſiamo aſtretti a rifuggire alle prime originali nozioni. L' uomo ſi forma l'idea delle coſe al di fuori, o per le proprietà, che in eſſe riſiedono, o per i ſentimenti, che in lui producono.

Col

Col mezzo di queſte affezioni, o per dir meglio dei loro aggregati, ſi forma nella mente un concetto delle coſe quanto baſta chiaro, e diſtinto, onde l'una dall'altra ſi ſepara, e per ajuto della memoria a cadauna il proprio nome s'impone. Qualunque volta ci ſi preſenta una maſſa fluida, diafana, inſipida, non colorata, non odoroſa, e fornita d'una mezzana ſpecifica gravità, diciamo francamente, queſta è acqua, ed alla unione delle premeſſe qualità ne abbiamo talmente legata l'idea, che qualora in un liquido non ſi ravviſano, affermiamo con pari franchezza, che non è acqua.

Quantunque l'induzione ſia bella e buona, e ci ſomminiſtri un canone generale per diſtinguere i miſti, e diſporli ſotto i loro generi; non oſtante ciò è ſoggetta ad alquante irregolarità. Acque colla debita modificazione ſi appellano certi liquori in parte ſimili all'acqua, come l'acquavite, l'acqua di meliſſa, e che ſo io, i quali per via del guſto, e dell'odorato ſi riconoſcono. Ma ſe ci viene eſibito un bicchiere d'acqua cavata col mezzo della diſtillazione dall'erbe inſipide, ſi prende facilmente per acqua di fonte, ed in tali incontri zoppica l'induzione; perchè i criterj della diſſomiglianza ſono oltre modo reconditi. Non s'ingannerà però colui, che a bere acqua continuamente aſſuefatto ſente in eſſa la differenza de' ſapori più ottuſi, e nè meno un Fiſico, che ſa eſaminare le acque fattizie con varie prove, e maſſimamente in veggendole agghiacciate, dall'orditura del gelo s'accorgerebbe, che non ſono acqua comune.

La ſimilitudine delle coſe ci fa cadere bene ſpeſſo in errore, e quinci anno preſo occaſione gli Artefici di mala fede di falſificare tutto dì le merci di maggior coſto. Nè ſoggiacciono ſolamente agli equivochi il vulgo ignaro, ma talvolta anco gli uomini più ſagaci, ed i Chimici ſteſſi, che riſpetto ai lavori della Natura altro non ſono che popolo. Mi ſono abbattuto preſente ad un ragionamento di alquanti bravi Giojellieri, i quali cercavano, ſe que'diamanti, che dalle ſue miniere ha mandato ultimamente il Braſile, foſſero veramente tali. Convenivano tutti, che in qualità erano inferiori agli orientali, ſiccome più languidi e di minor durezza guarniti; ed appreſſo tenendo conto di alcune circoſtanze, che nel lavorarli, e nel ripulirli s'incontrano, piegavano quaſi concordi nella opinione, che i diamanti occidentali coſtituiſſero un nuovo genere di pietre preziose da collocarſi fra mezzo il diamante, ed il zaffiro. Io ſoggiunſi eſſere già noto, che la paſta de'vecchi diamanti è fuor di modo viſchioſa, e quaſi direi conglutinata d'un zolfo gagliardamente coſtipato, mentre meſſa al tormento de'gran vetri cauſtici, tutta tutta sfuma e ſvaniſce. Ora la forza refrattiva d'un diafano ſta in ragion compoſta della denſità, e della tenacità, conforme ſi ricava dalle ſperienze Newtoniane, e dalla tavola inſerita nel Trattato dell'Ottica. Se dunque le gioje del Braſile paragonate con quelle di Golconda feriſcono gli occhi con uno ſplendore più fiacco, e di conſeguenza meno rifrangono il lume; ſegno è, che ſono o manco denſe, o manco viſcide, o che reſtano indietro per amendue i requiſiti. E per venire in cognizione del vero, e decidere la controverſia, s'avrebbe ad eſplorare colla poſſibile diligenza la loro ſpecifica gravità, e la proporzione co-

coſtante fra i ſeni degli angoli d'incidenza, e di refrazione, e per ultimo eſponerle al cimento della lente d'Orleans.

III.

Mi rivolgo ad un'altra conſiderazione, ed è, che la coſa medeſima, tutto che nel ſuo ſtato perſiſta, e ſemplicemente variata qualche picciola circoſtanza ſi muti d'apparenza, ora ritiene il ſuo nome, ed ora un nuovo ne aſſume. La neve, il ghiaccio, e la grandine in ſoſtanza non ſono altro che acqua; perchè d'acqua ſi formano, ed in acqua prontamente ſi riſolvono. Chi regalaſſe un Abitante di ſervente clima d'un pezzo di ghiaccio limpido, crediamo noi, che ſe altronde non ne aveſſe ſentore, ſi riſvegliaſſe in lui l'idea dell'acqua indurita? Io per me penſo, che piuttoſto ſotto il genere dei criſtalli lo riponeſſe. Mi ſovviene d'aver letto, che un Ambaſciadore Olandeſe, mentre ſtava trattenendo il Re di Siam intorno le curioſità de' Paeſi Settentrionali, giunto al paſſo, in cui narrava, che per l'eſtremo freddo dell'invernata i fiumi, i laghi, e perſino i mari perdono la fluidità, e ſi raſſodano a conſiſtenza di marmo, in guiſa che ſoſtengono ſul dorſo una groſsa Armata terreſtre con tutti i ſuoi appreſtamenti; perdette il Re la pazienza, e lo trattò da impoſtore, quaſi che in contenere ſole incredibili ſi abuſaſſe della benignità del Monarca. Al contrario ſciolto l'oro nell'acqua regia, e fattolo con i conſueti artifizj precipitare, la polve roſsigna indi raccolta non ha la ſembianza d'oro, e pure la ſolita denominazione conſerva, ed oro ſi appella. Nelle coſe più comuni, e che più frequentemente ci ſi parano innanzi, gli uomini ſenza punto badare alla loro eſſenza, ſi ſono accordati di moltiplicare i vocaboli, quando ſi diverſificano le apparenze. Ma nelle poco note al popolo, che appartengono alle Arti, e alle Scienze, mentre le coſe nel loro eſſere perſiſtano, tutto che d'alcune vecchie affezioni ſi ſpoglino per veſtirne delle nuove, ordinariamente non s'inventano nomi inuſitati, conforme ſi pratica giornalmente, qualora ſiamo perſuaſi, che ſi faccia paſſaggio da ſoſtanza a ſoſtanza. Ma comunque ſi prendano i vocaboli, che ſon ſegni ſtabiliti dal conſenſo univerſale ſenza però un eſatto diſcernimento, è maſſima comunemente ricevuta, che un miſto nel ſuo eſſere perſevera, quantunque ſotto varj aſpetti ci ſi preſenti, ogni qual volta al ſuo priſtino ſtato facilmente ritorna. E ſu queſto criterio ſi può fondare una ſpezie d'induzione, la quale è giovevole in molti incontri, come dagli addotti eſempj appariſce: ma l'applicarla generalmente alle operazioni della Natura porta con ſeco graviſſime difficoltà, e ſecondo me impoſſibili a ſuperarſi, ſe prima non ſi ſtabiliſce il vero ſiſtema intorno la generazione, ed il corrompimento dei miſti, e non s'impone ſilenzio alle altercazioni dei Filoſofi. Se la Chimica non ci aveſſe inſegnato il modo di fabbricare il cinabro artifiziale, non ſarebbe forſe caduto in penſiero a chi che ſia, avere il nativo, ſebbene aſſai più perfetto, per i ſuoi componenti il zolfo, e il mercurio.

IV.

Alle volte per venire in cognizione della natura dei corpi a tutto altro si bada, fuori che alle loro attuali proprietà. Bisogna o tirarsi un passo addietro, ed investigarne le origini, e le cagioni, ovvero muovere un passo avanti, e considerarne gli usi, e gli effetti. Facendo altrimenti si prendono delle strane equivocazioni; perchè o da noi si uniscono insieme cose affatto disparate delusi dalla troppa similitudine, o pure si disgiungono quelle, che anno fra loro una stretta analogia, ingannati da un'apparente dissomiglianza. A cagion d'esempio i Greci regolano i loro rigorosi digiuni quaresimali sulla opinione popolare, che ci sieno degli animali privi di sangue: quasi che una bestiuola, per quanto miserabile, ed abbietta ella siasi, possa mai vivere senza cuore, senza vene, ed arterie, e senza quel fluido circolante, da cui le funzioni animali principalmente dipendono. Ha dato motivo alla vulgare preoccupazione l'accoppiare all'idea del sangue il color rubicondo, e determinare la natura della cosa da una accidentale apparenza. Diceva ottimamente il celebre Francesco Redi, che siccome il vino non si giudica dalla tinta, essendo egualmente vino il bianco, ed il nero; così sia gialleggiante, biancastro, o rossigno il fluido, che cammina in giro per le vene dei viventi, sarà sempre sangue. Tutti sanno, che al sugo dell'uva fermentato si dà il nome di vino, ed essendo notissima la sua origine, non si tien conto della diversità dei colori, e nè anco dell'odore, e del gusto. All'incontro gl'indotti poca notizia anno del sangue, e trascurando i suoi usi, e le sue proprietà, non credono, che tale appellazione possa adattarsi, se non se a quel fluido rosso, che veggono uscire dalle ferite degli animali più conosciuti. Per altro immaginiamoci, che ad un cittadino dei paesi Settentrionali, che non abbia mai bevuto vino, ne venga offerto di doppia sorta, cioè di nero, aspro, ed asciutto, e di bianco, dolce, abboccato, e piccante; si persuaderà egli, che i due liquori tanto differenti, e che di comune non anno, fuori che la fluidità, sieno della stessa spezie? Io sono sicuro che no; perchè rimane agevolmente ingannato chi in tali giudizj si fida troppo del senso, e ci passa maggior divario tra vino e vino, che tra i sughi fermentati per esempio dell'amarasca, e del pomo granato.

V.

Da ciò si comprende, quanto importi internarsi nell'origine delle cose, e sarebbe desiderabile, che ci fosse concesso d'applicare il principio ai prodotti della Natura. Ma ella ce li mette anzi gli occhi belli e fatti, e copre con una caligine talmente densa il cominciamento, ed il progresso de' suoi misterios lavori, che non ci dà agio di tenerle dietro, e svilupare passo passo i suoi magisteri. Gli antichissimi Filosofanti d'Egitto, di Fenicia, e della Grecia seguitati dal grande Ippocrate asserivano, che *generari idem, quod commisceri; perire, corrumpique, ac minui idem, quod secer-*

cerni (a). Quand'anche il principio foſſe incontraſtabile, ed aveſſero a bandirſi dalla Fiſica le forme, e le qualità dei Peripatetici, le monadi, e gli elementi del Leibnizio, e del VVolfio; chi m'inſegna come nella officina della Natura ſi manipolano i miſti, quali ingredienti c'entrano, e con quali bilance ſe ne peſa la doſe? So beniſſimo, che la Chimica ha tentato di ſupplire al difetto col riſolvere per mezzo del fuoco, e d'altre ſue operazioni qualunque corpo ne' ſuoi principj. Queſt'arte però, ſebbene utiliſſima ed ingegnoſa, promette aſſai più a favor della Fiſica, di quello che realmente attende; concioſſiachè concedendo a titolo d'urbanità, che dei cinque decantati elementi, flemma, zolfo, mercurio, ſale, e capo morto ogni compoſto ſi formi, ai quali forſe avrebbe ad aggiungerſi l'aere, egli è certo, che i predetti elementi a coppia a coppia eſtratti da due differenti miſti convengono bensì nel nome, ed in alquante comuni proprietà, ma ſono di natura diverſa, e diverſi effetti producono. Per la qual coſa ſarebbe di meſtieri portar l'analiſi un paſſo avanti, ed iſcoprire di mano in mano i più rimoti principj, fino che ſi perviene a que' primi, ed originarj, che ſono i ſemi primordiali, dal cui vario combinamento tutte le coſe materiali ſi generano. L'arte di gran lunga non può tanto, laonde camminando per queſta ſtrada ſi fa poco viaggio. Il fuoco noſtrale, ſiccome ſornito d'una mezzana attività, ſcioglie una gran parte dei compoſti ne' menzionati chimici elementi, laſciando però illeſi l'oro, e il diamante: laddove la forza del lume raccolto nei ſochi delle gran lenti cauſtiche, e degli ſpecchi uſtorj nulla reſiſte. Alcune materie, come i granati, crepitando in parti minute ſi sfarinano, e ci danno indizio dell'aria in eſſi chiuſa, e compreſsa. L'oro quaſi tutto ſe ne va in fumo, e quel che rimane di terreo in vetro ſi converte, donde s'inferiſce, che queſto metallo il più peſante fra i corpi da noi conoſciuti è per la maggior parte compoſto d'un zolfo coſtipato, il quale ſecondo il Sig. Homberg altro non è, ſalvo che la materia della luce imprigionata tra guſcie tegnenti, e viſcoſe. Su tali notizie, ed altre parecchie, che gli ſperimenti ci ſomminiſtrano, ſi potrebbe fondare una ipoteſi, che punto non cedeſſe in probabilità alla comunemente dai Chimici abbracciata. Per ciò mi ſta ſempre fiſſa nell'animo l'importante maſſima del Galileo, che il Fiſico non dee perdere il tempo, e l'opera dietro le ſoſtanze dei corpi, ma ſemplicemente impacciarſi nello ſpiegarne le affezioni, che molto più da vicino alla giuriſdizione dei ſenſi appartengono.

VI.

Ricapitolando il detto fin quì, pongaſi attenzione, che ugualmente ci deludono le coſe ſembianti, e le diſſimili, mal giudicandoſi qualche volta della ſteſſa natura le prime, e di differente le ſeconde. Di rado interviene, che la mente umana ſi formi l'idea netta e diſtinta d'un prodotto fiſico, o contemplando il modo, con cui ſi genera, o la ſua interna ſtruttura, dappoichè è pervenuto al ſuo compimento. Contentiamoci di ben conoſcerne

(a) *Hippocrates l. p. de Diata Sect. 6. n. 7.*

le proprietà, e non mica tutte, perchè le assolute sono moltissime, ed innumerabili le relative, ma solamente le principali, e le più segnalate, e quelle, che per far una maggiore impressione nei nostri sensorj, più facilmente a memoria si ritengono, e sono come tante note fondamentali di discernimento, e di distinzione. Quanto più cresce il numero delle qualità conosciute, altrettanto i nostri giudizj si accertano, e per me credo, che un perito Artefice, il quale per tutto il tempo della sua vita ha maneggiato un qualche misto, ne sappia assai più intorno la natura di esso di qualsivoglia altro Filosofo, a cui per raziocinare sodamente mancano in gran parte gli esperimenti.

Delle nominate proprietà alcune sono generalissime, e convengono senza eccettuazione a tutto ciò, che ci è di materiale in Natura: ma quanto più si estendono per l'ampiezza, altrettanto si ristringono per il numero, ed a tre sole si riducono, cioè alla trina dimensione, all'inerzia, ed alla forza, che quando è viva va sempre accompagnata dal moto. I seguaci del Newton ce ne aggiungono una quarta, ch'è l'attrazione, o la gravità. Altre poi, che abbracciano moltissimi corpi, si contano fra le comuni, non perchè sieno realmente tali, ma perchè tali ci pajono; a cagione che o la fiacchezza de' nostri organi è mal atta a distinguere le menome differenze, o non ci siamo presa la briga di fare quelle minute riflessioni, che i sensi rendono più perspicaci, ed in un certo modo ne aumentano l'attività. Una diuturna abitudine avvalorata dall'attenzione giugne fino ad ampliare la sfera delle cose sensibili. Potrei recarne parecchi esempj tratti dalle Arti, come dalle dita dei Medici assuefatte a discernere le quasi impercettibili differenze dei polsi, dalle orecchie dei Musici peritissime nel dar giudizio delle consonanze, e delle dissonanze, e dall'occhio de' Pittori, che vede nei quadri ciò, che agli occhi volgari è invisibile. Ma basti per tutti il seguente esempio. Niuno forse s'immaginerà di distinguere i colori per via del tatto, avvezzandosi col lungo uso ad esaminare le varie asprezze delle superfizie colorate, e a non confondere quella, che proviene dalla tintura, dall'altra propria della materia. A che pro tanta diligenza, mentre abbiamo il criterio degli occhi? All'incontro un cieco, per comprendere in qualche maniera, che sotto i nomi di giallo, e di turchino affezioni totalmente diverse si presentano a quegli, che del senso della vista sono forniti, dee necessariamente valersi del tocco. Due io ne ho conosciuto, i quali nel bujo della notte fregando leggermente i polpastrelli delle dita di senso squisito dotati sopra panni di lana, o di seta, con mio stupore dei colori primitivi buon conto mi rendevano, dicendomi questo è bianco, questo è nero, quest'altro è rosso, e così di mano in mano senza mai equivocare. Aggiungevano entrambi, ch'esplorando col tatto que' colori, che da noi si chiamano misti, l'asprezza delle superfizie cagionava in esso loro le sensazioni confuse e indistinte, onde per indovinare le tinte intermezze nulla potevan promettersi.

VII.

Dopo aver parlato abbaſtanza delle proprietà comuni dei corpi, paſſo alle ſpecifiche e particolari, che ſono talmente proprie d'un determinato genere, che agli altri in niſſun modo appartengono. Di queſte, o ci ſi preſentino a prima viſta, o debbano indagarſi per via d'eſperienze, vada accuratamente in traccia il Filoſofo, e ne faccia conſerva; concioſſiachè ci danno eſſe le più ſicure, e generali induzioni, gli effetti più ſtabili, e regolari, e la ſpedita ſoluzione dei più curioſi problemi della Fiſica. La Medicina procede felicemente, qualunque volta fa uſo degli ſpecifici, i quali per eſſere ſcarſi di numero, fra le innumerabili infermità, che tutto dì affliggono gli Uomini, a pochiſſime efficacemente ſi adattano. Ha laſciato ſcritto il dotto Lancifi, che ſe a tutte le malattie il ſuo ſpecifico rimedio corriſpondeſſe, meſſi da canto gli univerſali, che ſono frequentemente d'eſito incerto, ciaſcheduno nell'ultima decrepità ſenza mai ingojare purganti, e con tutto il ſuo ſangue nelle vene uſcirebbe di vita. L'oro ſupera di lunga mano in gravità gli altri corpi terreſtri ſotto pari volume compreſi, e queſta ſingolare prerogativa aprì l'adito ad Archimede di ſcoprire la fraude commeſſa dall'Orefice Siracuſano nella corona aurea del Re Jerone. Moſtrò la ſua acutezza quel famoſo Geometra, applicando al caſo in quiſtione la mentovata proprietà individuale dell'oro. Preſa dunque una maſſa d'argento peſante nell'aere quanto la corona, immerſe in un vaſe pieno d'acqua ſino all'orlo ambo i corpi, e dalla doppia quantità del fluido, che ſeparatamente cacciavano fuori del vaſo, s'accorſe che la corona era un miſto d'oro, e d'argento, e dai dati ſagacemente paſſando al computo, aſſegnò la giuſta proporzione fra i due metalli componenti l'opera, e ſe paleſe il furto naſcoſto dell'infedele Operajo. Se la corona ſi foſſe lavorata d'argento, inutile ſarebbe riuſcito ogni tentativo; perchè poteva il ſalſario meſcolarci dei metalli più vili, ſenza punto alterare la ſpecifica gravità. Ai giorni noſtri ſtaccato un pezzetto d'oro dalla ſuperfizie interna della corona, ſe ne farebbe il ſaggio, e ſi verrebbe in cognizione della ſua bontà, appoggiandoſi ad un'altra ſingolar perfezione dell'oro medeſimo, il quale per eſſer ſuor di modo denſo, eſpoſto ad un fuoco violento, ſi liqueſà e ſi purifica, ma non ſi conſuma. Due particolarità ancora oltre le accennate nell'oro riſeggono. Sotto i colpi del martello, o col mezzo della trafila ſi riduce eſſo ad una ſtupenda ſottigliezza, e ci mette anzi gli occhi della mente l'ultimo ſforzo dell'Arte nel dividere in parti menomiſſime la materia, conforme ſi ha dai calcoli, che dagli Autori ſono ſtati accuratamente dedotti. Aggiungaſi la ſeconda proprietà, per cui l'oro più d'ogni altro metallo è ghiotto dell'argento vivo, col quale ſtrettamente ſi lega, e ſi amalgama; indi rifletta qual profitto da queſte due qualità o ſeparate, o congiunte abbiano tratto parecchie Arti, ſpezialmente quelle, che delle indorature fanno uſo, ed in qualche incontro la Medicina.

Ad un corpo ſolido, per così dire privilegiato dalla Natura ſucceda un fluido, e ſia l'aere, del quale dappoichè ſi ſono ſvelate dal Torricelli

le

le principali proprietà, cioè il peſo, la forza elaſtica, e la facilità a comprimerſi, e a dilatarſi, è una maraviglia, quante verità ſi ſieno dimoſtrate, e che gran paſſi abbia fatto in poco tempo la Fiſica. Degli altri fluidi, ſebbene alcuni della virtù di molla non ſono affatto ſforniti, come ſi vede ſpruzzandoli fortemente contro un corpo duro; ricuſano però d'eſſere ſenſibilmente coſtipati, e per reſtarne perſuaſi leggansi gli eſperimenti nei Saggi dell'Accademia Fiorentina del Cimento: laddove l'aria occupante un ſito determinato ſi eſtende, e ſi riſtrigne a ſpazj incomparabilmente più grandi, e più piccioli. Quinci è nata una nuova Scienza eſpoſta dal celebratiſſimo Criſtiano VVolfio ſotto il titolo di Aerometria. In ſomma meſſi da canto i varj ſtromenti di recente invenzione, tra quali merita d'eſſere preferito il Barometro, la ſola macchina del Boile innumerabili eſperienze ci ſomminiſtra, le quali ſpaziando per tutta l'ampiezza della Fiſica, ogni ſua parte di novelle ritrovate arricchiſcono.

VIII.

In queſto mentre non fia mai, che ci perdiam di coraggio, qualora certe proprietà, che ammoniti da mille oſſervazioni giudichiamo convenire indiſpenſabilmente ad un qualche miſto, diverſificata una minuta circoſtanza talvolta o ſi mutano, o ſi dileguano: i quali inaſpettati cangiamenti ci danno bene ſpeſſo contezza d'alcune verità, di cui indarno andiamo in traccia per altro ſentiero. E'notiſſima la vicendevole attrazione del ferro e della calamita, e più ſicuro Criterio non abbiamo alle mani per iſcoprire il ferro a minime particelle ridotto, e fra materie eterogenee in poca copia appiattato, quanto l'applicarci la punta d'un coltello magnetico. Ben ſe ne ſono induſtrioſamente ſerviti gli Accademici Parigini, facendo vedere, che nella compoſizione de'vegetabili c'entra il ferro, il quale nelle ceneri calcinate delle piante ſi manifeſta. Inferiſco pertanto, che ovunque la calamita eſercita la ſua azione, ivi indubitatamente c'è ferro, ma non all' incontro; atteſo che in alcuni caſi nè meno per tal mezzo viene a paleſarſi. Eſſendomi portato anni ſono a bere le acque credute acide, che ſcaturiſcono nella Valle di Sol Territorio Trentino, nel mentre era io inteſo alla mia ſalute, quelle romite ſolitudini circondate di ghiacci, e di nevi nella più cocente eſtate m'invitavano a paſſar l'ozio in Fiſiche oſſervazioni. Una parte di eſſe concernenti l'origine delle fonti anno già veduta la pubblica luce: nè accenno preſentemente alcune altre, giacchè mi vengono a propoſito.

Eſaminando io, per quanto il luogo mel permetteva, la natura, e le qualità di queſte acque ſalubri, mi avvidi che in eſſe compariva in grado rimeſſo l'acidità; mentre appena alteravano il colore del Tornaſole, che tanto prontamente toccato dagli acidi, di turchino in roſſo ſi trasforma. Tingevano ſpeditamente in nero d'inchioſtro le infuſioni auſtere di galla, di ſcorza di noce, o di pomo granato; laonde a tutti i contraſſegni d'eſſere impregnate di vetriuolo ferrigno moſtravano. Non danno indizio di contenere in ſe ſteſſe nè minerali di diverſo genere, nè ſali, e molto meno il rame, l'argento, e l'oro, conforme credono quelle rozze genti deluſe dal ve-

de-

dere, che fatta ſvaporare la noſtra acqua eſponendola al ſole, laſcia ſulla carta bianca, o ſulla majolica una belliſſima vernice di varj ſplendidi colori miniata, tra i quali fanno maggior pompa l'aureo, e l'argenteo. Ma bagnata leggermente la ſuperfizie colle menzionate infuſioni, le tinte ingannatrici ſpariſcono, ed in un colore ferreo ed oſcuro momentaneamente ſi traſmutano. Per accertarmi, ſe realmente nelle ſuddette acque ci fuſſe ferro diſciolto, le feci bollire a lento fuoco, e raccolta la polvere gialliccia, che rimane nel fondo del vaſe, ſeguito lo ſvaporamento, ad eſſa prima ben ſecca, e poſcia anco minutamente macinata applicai il coltello calamitato, e non mi accorſi, che queſto a ſe ne traeſſe nè pure una bricciola. Confeſſo, ch'io m'aſpettava tutt'altro: non per tanto mi ſono arriſchiato di conchiudere, che ivi ferro non è, dove non appare, potendolo la Natura dividere, ſalva la ſua ſoſtanza, in atomi così piccioli, che alle azioni magnetiche ſi ſottraggano, e ſapendo altronde, che le materie oleoſe ſono contrarie alla calamita, e che da eſſa non laſcia rapirſi il ferro infuocato. Ed in vero eſpoſta la polve minerale nel crogiuolo a fuoco gagliardo, indi laſciatala raffreddare, vidi, che alla calamita le particelle ferree in copia correvano. Il fuoco può bene unirle, e legarle inſieme, ma non già crearle; laonde ſebbene ſminuzzate la propria natura ritengono, a tale però ſi riducono, che alla virtù magnetica non obbediſcono. A tanto l'Arte non arriva; conciofſiachè fatte da me le prove ſulle preparazioni del ferro, e dell'acciajo, che ſi manipolano ad uſo della Medicina, il metallo non ſi ſcompone in maniera, nè in parti così impercettibili ſi ſepara, che della forza attrattrice venga a ſpogliarſi. Troppo più perita in Chimica ſi è la Natura, e perciò non è maraviglia, che le acque da lei preparate ricuſino, ſiccome oltre ogni credere ſpiritoſe, di ſtar ſerrate, e ſpezzino i vaſi più robuſti, che penetrino per ogni meato, e per tutti gli andirivieni del corpo umano ſi facciano ſtrada, che ſciolgano gli umori lenti e viſcoſi, ed in iſpezie il ſangue, mentre non permettono, che ſi rappigli l'uſcito dalle vene recentemente, e che operino a pro della noſtra ſalute quegli ottimi effetti, che alla giornata ſi ſperimentano.

IX.

Abbraccio ſotto quattro canoni tutto ciò, che per me ſtimo, che dir ſi poſſa intorno il principio della induzione.

Canone primo. Quando l'induzione non eſce dalle proprietà generaliſſime della materia, eſtenſione, inerzia, e forza, non può mai eſſer fallace. Per picciolo, o grande che io mi finga un corpo, la ſua inerzia ſarà ſempre alla ſua maſſa proporzionale, ed in qualunque ſtato io lo metta, movendolo con velocità coſtante, o variabile, per linee rette, o curve, la ſua forza ſi miſurerà ſempre dal prodotto della maſſa medeſima nel quadrato dell'attuale celerità. Quì non diſputo, ſe a cotal regola le attrazioni Newtoniane ſi ſottomettano: affermo ben sì, che mancando in qualche caſo, o diverſificandoſi, debbono, come della magnetica s'è fatto vedere, annoverarſi tra i fenomeni, e non fra le proprietà primigenie della materia.

Ca-

Canone ſecondo. Si ſtabiliſcono induzioni fermè e ſicure ſulle leggi fondamentali della Natura, non così ſulle ſecondarie. E per non ripetere le coſe dette di ſopra, rimando il Lettore ai due precedenti capitoli XIV, XV.

Canone terzo. Le proprietà ſpecifiche dei compoſti ſogliono per lo più darci induzioni vere e legittime. Non ſiamo però tanto frettoloſi nell'appropriarle a tutti i caſi, ed a tutte le circoſtanze; mercè che alle volte, ſebben di rado, falliſcono. La calamita, come abbiamo di ſopra accennato, non ſempre tira a ſe il ferro, ed in vece di guardare direttamente i poli terreſtri, ſi torce a deſtra, o a ſiniſtra in certi luoghi più, ed in altri meno, ed in qualche paeſe oltre i cinquanta gradi: anzi nello ſteſſo ſito particolare la deviazione è variabile, ora ricreſcendo, ed ora ſcemando, e tal fiata facendo tranſito dall'orientale alla occidentale, o al contrario.

Canone quarto. Dalle qualità comuni, che ſi ravviſano nei miſti di genere totalmente diverſo, naſcono le induzioni imperfette, e ſottopoſte all'errore. Agli eſempj addotti piacemi d'aggiungere il ſeguente. Tutti i corpi traſparenti o ſolidi, o fluidi anno la facoltà di refrangere il lume, che paſſa dal raro al denſo, o all'oppoſto, e con regola tanto coſtante, che i Geometri anno ſopra di eſſa innalzata la fabbrica della Diottica. Ciò non oſtante tutta la luce dal dritto cammino non ſi torce, procedendo una parte per la ſua vecchia direzione, ed un'altra riflettendoſi. Di più ciaſcun raggio nell'atto di refrangerſi in moltiſſimi raggi ſi ſepara, ed ogni linea luminoſa in un angolo ſi diſperge: la qual particolarità o chiamiſi diffrazione, ovvero aberrazione, è ſtata prima notata dal Geſuita Grimaldi, e poſcia coltivata dal Cavalier Nevvton, ed è quella, che ſenza allargare gli obbietti veduti a traverſo d'un priſma, li prolunga, e di varj colori li dipinge. Sopra tutto ſa ſtrabilire i Filoſofi la ſtravagante proprietà del criſtallo d'Islanda, ed anche del montano, i quali duplicano le immagini degli oggetti viſibili; atteſochè penetrandoli il raggio ſi parte in due, ed uno ſi piega giuſta le regole della refrazione ordinaria, e l'altro s'apre un differente paſſaggio oſſervando la legge, di cui l'Ughenio, ed il Nevvton anno diligentemente eſaminate le circoſtanze.

X.

Conchiudo, che il famoſo principio della induzione è del pari atto ad edificare, e a diſtruggere; avvegnachè poche eccezioni limitanti un canone generale toſto ce lo rendon ſoſpetto, e di rado accade, che le aſſerzioni dei Fiſici ſieno tanto giuſte e preciſe, che non ammettano parecchie modificazioni. La ragione di ciò ſi deſume in parte dal noſtro intelletto oltre ogni credere impaziente, e bramoſo di raccozzare ſotto un picciolo numero d'idee l'univerſità delle coſe, ed in parte dalla Natura, che combinando inſieme varie leggi, e moltiplicando gli elementi, diverſifica in cento maniere gli effetti, ed altera le apparenze; di modo che i ſenſi, che nelle materie fiſiche ſono l'unico criterio del vero, ſe non iſtiamo attenti e guardinghi, ci guidano ſenza loro colpa all'errore.

CA-

CAPITOLO VIGESIMOPRIMO

Dell' Analogia.

I.

SOtto il nome d'analogia intendo io una certa corrispondenza, che ci è fra le cose, o almeno che pensiamo, che sia, per cui dalle più conosciute, e palesi avanziamo cammino alle più occulte, ed incognite col mezzo della confacenza, e della similitudine. Il dotto Marcello Malpighi soleva continuamente inculcare a' suoi scolari, e lo lasciò anche scritto, che *Natura patet analogismo*. Il qual principio preso in tutto rigore con quello della uniformità si confonde; ma se alquanto più largamente si assume, una particolar maniera di discorrere ci somministra. Questa ben usata ampia, e stende oltre modo le nostre cognizioni facendo, che dalla prima nasca la seconda, indi la terza, e così di mano in mano. All'incontro chi concede troppa libertà ai paragoni, e rallenta il freno alla fantasia, indubitatamente nelle visioni precipita. Per ben servirsi dell'analogismo tre requisiti ci si richiedono. Prima d'ogni altra cosa il subbietto, che si elegge siccome base della comparazione, debbe attentamente studiarsi, per venire in piena cognizione di quelle particolarità, e di quegli attributi, che per istituire l'analogia si rendono indispensabili. Altrimenti ogni picciolo sbaglio fuor di modo si moltiplica, e quanti più passi si muovono, tanto più ci dilunghiamo dalla verità. Secondariamente della cosa, che si mette a confronto, e conseguente del rapporto dai Geometri s'appella, è necessaria una qualche contezza almeno in confuso, o si desuma essa dai dati, o pur dai fenomeni; perchè privi di un tal barlume camminiamo al bujo, senza discernere ciò, che si cerca, e dove vada a riuscir la faccenda. In terzo luogo indagando prima in che le cose convengono, e in che discordano, fa di mestieri pesar accuratamente i gradi della similitudine, e della dissomiglianza. Quando l'intelletto umano degli analogismi va in traccia, per lo più si finge gli obbietti troppo sembianti, e qualche fiata troppo diversi, e pure coll'accostarsi o all'uno, o all'altro estremo del pari si pecca contro il principio, che si assume per guida delle nostre ricerche, e che dee regolare i confronti.

II.

Raccomandati alla memoria questi tre canoni, m'inoltro a mostrare, che profitto ne ha tratto la Fisica. Una idea sveglia l'altra, ed una cognizione è come il seme, da cui quelle, che successivamente germogliano, tiran l'origine. Se non si fosse prima stabilita invincibilmente la circolazione del sangue negli animali, non si sarebbono immaginati il Malpighi, ed il Greuv di estenderla al sugo nutritivo dei vegetabili; nè di far passaggio dall'Anatomia degli uomini, e de' bruti a quella dell'erbe, e degli arbori.

Belliſſimo ſi è il ritrovamento di ſottoporre al taglio ogni ſorta di beſtie o di ſimile, o di differente ſtruttura, ad anco le foreſtiere, e nate ſotto altro cielo; imperciocchè certe minutiſſime particelle, che in alcuni corpi ſpeſſe fiate non appariſcono, e poſta in opera qualunque induſtria dalle vicine mal ſi diſcernono, in altri ſono aſſai più coſpicue, e ci danno indizio di cercarle e di rinvenirle nei ſiti analoghi, in cui ſtanno quaſi direi appiattate. In una ſpezie ſi fa paleſe ciò, che nell'altra ſi occulta, e ne' bruti ancor vivi ſi manifeſta ciò, che nei cadaveri non ſi ravviſa, come per eſemplo le vene lattee, ed in oltre nello ſteſſo genere ſi notano delle curioſiſſime diverſità fra i giovani, e i vecchi, fra i ſani, e gl'infermi, e talvolta in un individuo qualche particolarità ſi ſcopre, che in altri della natura medeſima non appariſce. E quì ſi avverta, che bene ſpeſſo l'inveſtigazione comincia dall' analogia, e va a terminare nel principio dell'uniformità: Per intendere qualmente il ſangue cammini in giro nei vaſi del feto chiuſo nell'utero materno, due periti Anatomici della Regale Accademia di Parigi ſi ſono volti a contemplare il cuore degli animali, che di reſpirazione non an biſogno, e maſſime delle gran tartarughe marine: e ſebbene diſcordano nel modo della circolazione, non pertanto convengono entrambi, che per via del foro ovato ſi faccia, il quale in molti animali ſta ſempre aperto, ed in altri ſi ſerra, dappoichè a reſpirare anno principiato. Non uſcirei mai d'impaccio, ſe mi pigliaſſi la briga di regiſtrare le nuove ſcoperte, di cui l'Anatomia comparata arricchiſce giornalmente la Fiſica, e la ſtoria della Natura.

III.

Alle volte l'analogiſmo ſi rende tanto neceſſario ai noſtri diviſamenti, che nel maneggiare alcuni ſoggetti rieſce vano, ed inutile il ricorrere ad altri principj. Interviene ciò ſpezialmente qual ora le quiſtioni ſi aggirano ſul poſſibile, e quando per penetrare nell'interno delle coſe non ci ſi parano innanzi, ſalvochè meri ſegni, e ſemplici indizj. Cominciando dal ſecondo capo, io chieggo, come un uomo ſi formi l'idea d'un altro uomo, perchè non ragiono con que' Filoſofanti, i quali ſi credono ſoli al Mondo, e reputano, che tutto ciò, che fuori di loro concepiſcono, non eccettuato nè meno il proprio corpo, ſieno pure illuſioni. Dai contraſſegni eſteriori ſi deſume il motivo di giudicare delle interne affezioni, e dalle opere ſi arguiſce la natura dell'operante. In veggendo, che gli uomini ſono dediti alle Arti, ed alle Scienze, che alla giornata di novelle invenzioni arricchiſcono la ſocietà, che ſoddisfanno agli uffizj della vita civile, che per mezzo della parola i proprj ſenſi agli altri communicano; il principio della uniformità mi convince, che le loro azioni al pari delle mie dalla coſcienza, e dalla rifleſſione, proprietà intrinſeche dell'anima, vengon dirette. Sarebbe oltre modo ridicolo colui, che ſtimaſſe di penſar ſolo, e che i ſuoi conoſcenti fuſſero macchine lavorate dall'Autore della Natura per divertirlo con una perpetua commedia di fantocci. Nè ci dia noja la diverſità, che ſi ravviſa negli uomini per quello concerne le opinioni, gli appetiti, e i coſtumi; mercè che anco nel caſo preſente alle leggi primitive e fondamentali ſi accoppiano

le

le accessorie, e le secondarie. Per ben trattar la materia ci si richiederebbe un intiero volume, facendo toccar con mano quanto dominio esercitino sopra le menti umane i pregiudizj, e le preoccupazioni nate dall'autorità, dall'educazione, dalla fantasia, e dalle perturbazioni. Per ora basti il riflettere, che le idee primigenie ed originali in tutti gl'intelletti son similissime, o per dir meglio le stesse; perchè altrimenti in nessuna verità gli uomini concorderebbero, ed ognuno si formerebbe in testa un sistema ideale a parte, senza che mai potesse convenire cogli altri nelle prime nozioni: laonde dovrebbe vivere solitario, e fuori di società. Sono due mille anni all'intorno, ch'Euclide ha pubblicati i suoi elementi, i quali letti e riletti dai più profondi Matematici de'tempi posteriori, e di differenti nazioni, non anno eglino mai accusata alcuna proposizione di falsità, o di paralogismo qualunque dimostrazione. Nè si creda, che non siano state sottoposte ad una severa discussione; conciossiache fra i moderni escono tutto dì in campo ingegni spiritosi e sottili, che di nulla si mostran paghi, e migliorano l'ordine, riformano il metodo, e cangiano gli assiomi in teoremi, e al contrario: nel qual lavoro non so decidere, se più dilucidata resti la Geometria elementare, o pure snervata. A buon conto egli è d'uopo confessare, che nelle menti degli Uomini non sieno nè punto nè poco diverse le idee primigenie dell'estensione, delle figure piane, e solide, degli angoli, della proporzione, e del numero; perchè tutti unanimamente ne cavano le medesime conclusioni.

IV.

Stabilita una volta questa importantissima verità, volendo io col soccorso dell'analogia intendere la natura degli altri uomini (giacchè de'principj a me noti questo solo nella presente ispezione viene a proposito) fa di mestieri, ch'io consulti prima me stesso, e sentendo d'esser consapevole delle mie interne operazioni, cioè a dire di dubitare nell'atto stesso, ch'io dubito, di volere nell'atto stesso, ch'io voglio, e così di comprendere, di ragionare, di bramare, e che so io; inferisco, che gli uomini tutti come me amino, temano, sperino, discorrano, e sieno capaci a tempo, e luogo delle innumerabili affezioni, che la mia particolare coscienza successivamente modificano. L'analogismo, o per dir meglio l'uniformità va benissimo, ogni qual volta si tratta degl'intimi sentimenti dell'anima, ed anche delle idee semplici e primitive: ma la somiglianza vassi minorando passo passo, quanto le nozioni son più composte, e si moltiplicano i combinamenti. Gli uomini non debbono riputarsi tante corde ridotte all'unisono; per la qual causa non è maraviglia, che l'un dall'altro sieno differentissimi nei pareri, e nelle azioni. Come poi da similissimi principj nascano effetti totalmente diversi, uscirei troppo di sentiero, se imprendessi a renderne ragione, mettendo il piede nei confini dell'Etica, e della Metafisica.

V.

In questo mentre manca di molto l'analogia in quella sorta di affezioni, che per il canale dei sensi passando alla mente, si appellano sensibili. Ed in vero ci vuol poco a distinguere qualmente nel nostro interno siamo disposti rispetto agli obbietti estrinseci, i quali guari non si mutano. La memoria ci suggerirà, che differente impressione fanno in noi, quando siamo sani, e quando infermi, nell'età tenera, e nella più robusta, ed in una parola ogni qual volta si altera lo stato dei sensorj, e le fibre o si tirano, o si allentano, o di molli diventan rigide. Così que' cibi, che sono le delizie de' fanciulli coll'andar del tempo ci muovon nausea, ed il solletico tanto temuto dai giovanetti non suole cagionare titillamento negli adulti. Me ne suggeriscono un esempio le Donne incinte, nelle quali avendosi appoco appoco a dilatar l'utero, per adattare la sua capacità alla mole del feto crescente, è d'uopo, che i nervi, che vestono, e stringono la matrice, si stendano gagliardamente, e tirino di conseguenza in consenso tutto il genere nervoso. E questa, s'io non erro, è la cagione, da cui derivano i curiosi sintomi, che le gravidanze accompagnano, cioè a dire i languori, le svogliatezze, e le brame, e gli appetiti strani, ai quali le femmine pregnanti soggiacciono. Che se le fibre a maggior tensione ridotte, come se ne ha indizio dai polsi alquanto più del solito concitati, sono ne i corpi vivi in un moto perenne di palpitazione; è necessario, che nel caso nostro oscillino più pronte e più celeri. Per la qual cosa persistendo ferma ed invariata la forza degli oggetti esterni, e diversificandosi conforme ho detto la resistenza degli organi, si turba l'equilibrio, e si sconcerta l'economia fra le azioni, e le reazioni. La sensazione si sperimenta o grata, o molesta, secondo la consacenza, o la ripugnanza fra l'impulso vegnente al di fuori, e l'intima presentanea disposizione del sensorio. Quinci se il moto dell'agente è cospirante e ben proporzionato alla costituzione, in cui le fibre attualmente si trovano, onde con dolcezza, e con discrezione le stimoli, e le increspi; allora il sentimento interiore è dilettoso e piacevole: succedendo tutto all'opposto, ogni qual volta l'impulso estrinseco o soverchio stira le fibrille, o le agita per via di scosse irregolari e di contrattempi; perchè le affezioni non si misurano dal più, o dal meno, ma bensì da ciò, che giova, e nuoce agli organi, o pure da ciò, che il solletica, e li disgusta. Non è dunque maraviglia, se mutate le circostanze, nelle donne gravide si risveglino desiderj ardenti, e talvolta di sozze ed inusitate vivande, e che elleno rifiutino ciò, che soleva dar loro piacere, o bramino ciò, che abborrivano.

VI.

Ora io non credo mai esserci alcuno, il quale persuadere si possa, che in tutti gli uomini sieno le fibre ugualmente tese, e del pari rigide e consistenti. Troppo diversi sono i climi, e i temperamenti, e troppo varie le età, e le maniere di vivere. Quì l'analogismo è circonscritto fra i suoi limiti;

miti; avvegnachè io non ſo, che divario ci corra tra le mie affezioni, e le altrui: e ſebbene gli uomini dotati della facolta di comunicarſi ſcambievolmente i lor ſentimenti dicono tutto dì, queſta, o quella coſa ci reca noja, o piacere; non oſtante ciò non poſſiamo renderci conto l'un l'altro intorno alla forza, o la debolezza delle ſenſazioni. Ravviſandoſi in eſſe molto di relativo, tanto per rapporto agli obbietti, quanto agli organi, quel giudizio, che delle mie io mi formo, non abbraccia certamente le altrui, ed una impreſſione vegnente dallo ſteſſo oggetto, che a taluno apporta diſguſto, ſi riceve da me con diletto, o almanco con indifferenza, ſecondo che la diverſa diſpoſizione delle fibre ce la fa ſentire o più gagliarda, o più fievole. Farebbe di meſtieri dare una ripaſſata ſopra l'ampiezza de' ſenſi: ma per non dilungarmi troppo dal mio propoſto, mi fermo alquanto ſu quello della viſta. Le coſe viſibili non ſi offeriſcono a tutti gli occhi umani ſotto la ſteſſa grandezza, nè ſi mirano in pari diſtanza, e molto meno colla medeſima diſtinzione. Di ciò ce ne ſanno prova i Miopi, ed i Presbiti. Per quello poi appartiene ai colori, io per me credo, che atteſa la varia ſtruttura degli occhi, altro divario non ci poſſa mai eſſere, ſe non che la medeſima tinta da alcuni ſi veda più florida, e da altri più languida. Non ſo perſuadermi, che lo ſteſſo obbietto, che a taluno appare ſiccome roſſo, ſi moſtri altrui o giallo, o turchino; perchè ſe così foſſe, indarno il valente Pittore impiegherebbe la ſua ſagacità in accordare i colori de' ſuoi quadri, i quali ſecondo lui, e per giudizio di certi ſpettatori ſarebbono ottimamente concertati riſpetto alle tinte, e alle mezze tinte; a roveſcio di altri molti, che atteſa la diſcrepanza delle affezioni, non ci ſcorgerebbero la profeſſata armonia. C'era in Vinegia un bravo maeſtro di diſegno, che per uno ſtrano difetto d'occhi non diſcerneva il color roſſo, ma in iſcambio vedeva un campo bujo, e annebbiato: per la qual coſa dovette egli abbandonar la pittura, ed eſercitarſi nell'intagliare in rame a bulino. I caſi inſoliti c'inſegnano ciò, che ſuccede ordinariamente, e ſe ne rendono a loro ſteſſi buona teſtimonianza gl'Itterici, i quali velano tutti i colori con una tinta di giallo.

Qualmente ſiano diſſimili le ſenſazioni, che paſſano all'anima per il canale degli organi, e fino a qual ſegno arrivi la diſcrepanza, io ſono il maeſtro di me medeſimo. E' da ſaperſi, che la Natura, come già al celebre Pietro Gaſſendo, mi ha poſti in fronte due occhi d'inegual perfezione, il deſtro de' quali è ben conformato e perfetto, ed il ſiniſtro vizioſo e presbita. Con queſto vedo gli oggetti non ſolo più rimoti, più piccioli, e manco diſtinti, ma di più la ſteſſa luce, il che fa a noſtro propoſito, mi compariſce alquanto più ſmorta, ed i colori più languidi, e più diluti. Correggo ad arbitrio il difetto della grandezza, e della confuſione con l'uſo d'una lente conveſſa; ma per queſto nè la luce ſi fa più viva, nè il colore più florido, indizio manifeſto eſſerci fra le fibre dell'uno, e dell'altro occhio una diverſità organica. (a)

CA-

(a) *Non eſſendo queſto Capitolo interamente finito, ſi è ſupplito all'ultimo paragrafo col traſcrivere ciò, che l'Autore intorno alla diverſità de' ſuoi oc-*

CAPITOLO VIGESIMOSECONDO

Delle tre regole Newvtoniane.

I.

UTiliſſime ſono le regole preſcritte dal Signor Cavalier Newvton, e poſte in fronte al terzo libro de' ſuoi Principj Matematici della Filoſofia Naturale, di cui egli ſi ſerve per iſpiegare la recondita economia dell' Univerſo.

Regola prima. Non debbono aſſumerſi per ragioni degli effetti fiſici, ſe non quelle, che ſono vere e reali, e che baſtano a dilucidare i fenomeni. E' comune pronunziato, che indarno la Natura non opera; e che in vano ſi fa col molto ciò, ch'egualmente bene può farſi col poco; concioſſiachè la Natura ſemplice ed uniforme ne' ſuoi lavori non abbonda di cauſe ſuperflue.

Regola ſeconda. Per la qual coſa negli effetti dello ſteſſo genere le medeſime cagioni s'impiegano: come per eſempio un pari meccaniſmo dà norma alla reſpirazione degli uomini, e de' bruti, ed alla diſceſa de' gravi in Europa, ed in America. Non è diverſa la luce, che riſplende nel fuoco noſtrale, e nel ſole, i raggi del quale ſi riflettono con ſimiliſſime leggi dalla terra, e dagli altri pianeti.

Quì non mi ſia disdetto d' aggiungere un' oſſervazione. Qualunque volta ci rieſce di ſpiegar con chiarezza un qualche effetto per mezzo delle cauſe, che altri fenomeni ci anno obbligato di riconoſcer nella Natura, come per eſempio la gravità, l'elaſticità, ed altre ſimili, ſarebbe un peccare contro alla preſente regola il rifuggire a cagioni ſtraordinarie, e diverſe. In cotal vizio ſembrami cadere l'incomparabile Signor Newvton, quando ragiona della rifleſſion della luce. In uno ſpecchio terſo e pulito di metallo diano di petto alquante ſfere guarnite di perfetta virtù di molla ſotto qualunque angolo acuto, e con qualunque velocità; egli è certo, che non potendo eſſe avanzar cammino per la linea retta, ſaranno obbligate a rifletterſi, e l'angolo di ribattimento ſarà eguale a quello dell' incidenza. La dimoſtrazione del teorema ſuol dedurſi dalle forze compoſte; ed il meccaniſmo dipende dalle compreſſioni, e dalle reſtituzioni de' ſegmenti ſferici elaſtici, che urtano nella ſuperfizie piana dello ſpecchio, ed haſſi dal ſuono un paleſe indizio della percoſſa. Non importa, che i globi ſieno grandi, o piccioli, d'una piuttoſto, che d'un'altra materia; purchè la forza viva, da cui ſono animati nè in tutto, nè in parte muoja ſul colpo. E', co-

---

chi ſcriſſe nella diſſertazione della proporzione, che paſſa fra le affezioni ſenſibili, e la forza degli obbietti eſterni, da cui vengono prodotte, la quale ſi riſtamperà nel Tomo ſeguente.

comune la legge ai corpi fluidi: ſi riflettono le gocciole d' acqua, e molto meglio l' aria dotata d'una più riſentita elaſticità.

A detta del Signor Nevvton nelle rifleſſioni della luce ſi cangia ſtile. Non ſi creda, che i raggi vibrati dal corpo luminoſo inveſtano il metallo, e ſebbene lo riſcaldano, e tal ora raccolti, e condenſati da una lente cauſtica lo liquefanno; non giungono però a ferirlo per via d'uno ſcambievole contatto. Vi ſi accoſtano da preſſo, ma nel cammino ſi fa loro incontro una gagliarda forza repellente, che taglia ad eſſi la ſtrada, e li coſtringe a retrocedere, deviandoli dalla linea retta, e diſponendoli in una curva di due rami eguali compoſta, per uno de' quali all' oſtacolo fino ad un certo ſegno ſi approſſimano ſenza toccarlo, e per l'altro vi ſi allontanano. Così giuſto i nuovi concepimenti ſi ſpiega la rifleſſione del lume, e l'eguaglianza fra gli angoli incidente, e refleſſo.

Stava aſpettando, che mi ſi allegaſſe un urgente motivo, per cui ſi aveſſe a traſgredire la regola, che a ſimili effetti ſimili le cauſe riſpondano, e la Natura foſſe obbligata a ſervirſi d'un inſolito magiſtero. L' addurre per tutta ragione, che il piano dello ſpecchio è troppo ſcabro, onde poſſa ribattere con la debita aggiuſtatezza le particole luminoſe, è una obbiezione, che ammette una pronta riſpoſta, e milita del pari contro gli oppoſitori, i quali aſſumono gratuitamente, che l' irregolare poſitura delle particole ſuperficiali non turbi nè punto nè poco le direzioni delle forze ripulſive. Senza fallo la luce è un corpo, non eſſendoci proprietà eſſenziale nella materia, di cui non partecipi. La differenza ſoltanto conſiſte nell' eſtrema minutezza degli atomi lucidi, e nella incomprenſibile velocità. Ma queſte particolarità non baſtano, perchè alla legge ordinaria un' altra totalmente diverſa ſe ne debba ſoſtituire. Se il miſterioſo ſalto al più, ed al meno ſi appoggia; bramerei ſapere a qual picciolezza abbiano i corpicelli a ridurſi, ed a qual celerità, acciocchè ceſſino gli urti, e le percoſſe, e comincino ad agire le ripulſioni. Niuno me ne aſſegnerà la miſura. La virtù elaſtica, forza avverata da innumerabili fenomeni, e che in ogni corpo più, e meno riſiede, non ſi adopera tutto dì per render ragione degli effetti di ſimil genere? E perchè dunque in queſto ſol caſo particolare ſi vorrà laſciarla da parte, ed introdurre con ſuperfluità nuove cauſe?

II.

Aggiungo di più, che quando ci è noto, che parecchi effetti dalle cauſe a noi familiari infallibilmente dipendono; ſe per avventura una qualche aſtruſa apparenza della ſteſſa ſteſſiſſima indole ci ſi preſenta, cui non ſappiamo applicare i principj già conoſciuti, perchè non ſe ne comprende la connеſſione; non per queſto abbiamo a rifuggire a cagioni ſtraordinarie, ed ambigue, e talmente oſcure, che per voler intender troppo, nulla s' intenda. Prima di mover l'ardito paſſo, fa d' uopo dimoſtrare, che le verità comuni, e ſolite maneggiarſi in altri caſi con profitto, non anno che fare nè punto nè poco con certi effetti d' un ordine ſuperiore, che di lunga mano

oltre

oltre le leggi consuete si estollono. Pochissime sono quelle verità, che c'è permesso scoprire, se si metteno a confronto di quelle, che ci sono, e ci saranno per sempre ignote. Quindi un ingenuo Filosofante svelando senza mistero quello, che sa, non dee vergognarsi di confessare il più delle volte la sua ignoranza. Offrendosi a' buoni vecchi un qualche fenomeno anche de'più straordinarj, senza punto smarrirsi, e senza sentire il peso della difficoltà, una, e tal volta più cagioni francamente ne assegnavano, ed aveano sempre in pronto, giusto la diversità de' sistemi, molti partiti per appagare, o meglio per eludere l' altrui curiosità, e per conservare la filosofica riputazione. Poggiavano costoro alla lor foggia verso la nascosa sorgente delle cose, ed intenti a rintracciare le cause poco badavano alle conseguenze, e nulla ad iscoprire le leggi della Natura. E perchè i loro libri a noi pervenuti sono pieni d'errori, e di stravaganze; si è pensato di mutar metodo dietro l' orme del Galileo calcate dal Cavalier Newton, e da' suoi Discepoli. I moderni a gran ragione non ricevono più per vere cagioni i vocaboli di qualità occulte, di simpatie, di esigenze, ed altri simili. Bramerei però, che alcuni, che si vantano d'esser seguaci del Newton, riceveſſero le attrazioni siccome un puro fenomeno, nè si credeſſero d'avere con una parola l'essenza della causa manifestata: perchè sarebbero dagli antichi poco dissomiglianti.

Sono comparse in pubblico le Monadi del Leibnizio in grazia di qualche metafisica supposizione, e perchè si è creduto, che di tutte le naturali operazioni non si possa render ragione per via di soli dati meccanici. L'avidità di sapere non dee far sì, che si sconvolgano le verità capitali, ed accumulando principj a principj si venga a tale, che più sistemi totalmente disparati in un solo sistema si unischino. E vaglia il vero moltissimi fenomeni ci si affacciano, nella spiegazione de' quali si ricorre semplicemente alle proprietà primarie della materia, inerzia, e forza, e talvolta alle figure, ad ai combinamenti delle particole elementari, ed a simili affezioni corporee. In certi casi non cade per ombra in pensiero di chi che sia di produrre in iscena le monadi. Cos' anno che fare cotali concepimenti colle leggi della comunicazione de' moti, colle forze composte, e con altri effetti, che unicamente dagl' impulsi, dalle azioni, e dalle resistenze la loro genesi riconoscono?

III.

Un simil giudizio dobbiam formare dell' idea proposta dal Cavalier Newton, con cui tenta di dare una qualche spiegazione della gravità universale. Nello scolio generale, con cui dà fine alla grand'opera, dopo essersi l'Autore ingenuamente protestato, che fin d'allora non avea potuto dai fenomeni dedurre le ragioni delle proprietà alla gravità competenti; pretende derivarne in qualche modo la causa da una energia, che da per tutto s'insinua, e perviene fino ai centri del sole, e de' pianeti, senza diminuzione della sua efficacia; che nelle azioni non piglia norma dalla grandezza delle superfizie, come sogliono le cagioni meccaniche, ma dalla quantità

tità della materia ſolida, e che di più ad immenſe diſtanze in giro ſi eſtende, decreſcendo in ragione duplicata dei diſcoſtamenti. Per illuſtrare maggiormente l' aſtruſo ſubbietto, ricorre il lodato Scrittore ad uno ſpirito ſottiliſſimo, che penetra la craſſizie de' corpi, ed in eſſi ſi appiatta, per le virtù, e per le azioni del quale le particole materiali in picciole diſtanze vicendevolmente, e forte ſi attraggono; a tal che inſieme congiunte ripugnano allo ſtaccarſi. Appreſſo a maggiori lontananze i corpi elettrici le loro azioni dilatano, tanto tirando, quanto reſpingendo i corpicciuoli vicini, e la luce ſi diffonde, ſi riflette, ſi rifrange, e s'incurva. C'è ancor di vantaggio: in non diſſimil maniera ogni ſenſazione ſi ſveglia, ed i membri degli animali a cenno della volontà ſi muovono, propagandoſi le vibrazioni di queſto ſpirito architettonico per le ſolide fibre de' nervi dagli organi eſterni de' ſenſorj al cervello, e dal cervello ai muſcoli.

Avea detto poco ſopra, ch'egli non finge ipoteſi. Tutto ciò, che dai ſenomeni immediatamente non deriva, dee chiamarſi ipoteſi, e le ipoteſi o metafiſiche, o fiſiche, delle qualità occulte, o meccaniche non an luogo nella ſperimentale Filoſofia. Soggiunge eſſere abbaſtanza, che diaſi in Natura la gravità operante ſecondo le leggi eſpoſte; onde ſi ſpieghino i rivolgimenti celeſti, e le reciprocazioni de' noſtri mari. Quì non ho che ridire: parmi però, che riſparmiate le addotte ſpecolazioni, baſtaſſe laſciarſi uſcir di bocca una parola confeſſando, che la gravità altro non è, che un fenomeno, il quale ſuppone la forza addoſſata alla materia, ed il ſiſtema già ſtabilito. Ed in fatti ſiccome tale dal noſtro Autore ſi conſidera; concioſſiachè non appieno contento d'aver provato dalle apparenze, che ſi dà gravità, e di averne determinate le leggi, volge ad un altro vento la vela, e veſtita la perſona di metafiſico, poggia a più remoti principj, e va in traccia delle recondite cagioni ſepolte nel ſeno della Natura.

Lo ſpirito Nevvtoniano, che per una parte è materia, perchè vibrandoſi inceſſantemente pare corredato di forza elaſtica, e per l'altra non ſi ſa coſa ſia, ſtando di mezzo fra l'etere Carteſiano, e l'anima del Mondo tanto vantata dagli antichi Filoſofanti, mi mette anzi gli occhi una ipoteſi, di cui non ſaprei immaginarmi una più ricercata. Queſto ſpirito da molte faccie, che ora attrae, ed ora reſpinge, che la ſa da legislatore, e muta le leggi a ſuo ſenno, piglia regola nell' operare per lo più dalla ſolidità de' corpi, e tal fiata dalle ſuperfizie; ma non ſi appaga di eſercitare ſopra la materia un pieno dominio; entra nel fondo dell'anima, e legandola col corpo s' intromette a modificarla colla varietà delle ſenſazioni. Chi mi vieta di attribuire al mentovato ſottiliſſimo ſpirito, organo principale della Natura, ragione, e diſcernimento? Quella porzione d' eſſo, che ſi concentra in una ſfera d'un palmo, dee ſtar ſempre attenta, per ſapere di qual ſorta di attrazioni, o di ripulſioni abbia a ſervirſi giuſto le circoſtanze. Se una calamita diſcende verſo la ſuperfizie terreſtre, il moto prende norma dalla natural gravità, ma ſe viene rimoſſa dal guardare il polo più vicino della terra, ovvero ſe ad un pezzo di ferro ſi accoſta; lo ſpirito regolatore a ſe ſteſſo altre leggi preſcrive, e conſeguentemente fa d' uopo, che ſia

dotato d'un preſentimento, da cui le azioni, e le reazioni vengano opportunamente dirette.

IV.

Ben è vero, che mentre dimoſtriſi nón poter alcuni effetti dalle leggi dinamiche provenire, allora fa di meſtieri ricorrere a qualche ſuperiore principio. Tra le coſe ſpirituali, e le corporee ci paſſa una ſterminata diſtanza: e perciò corti affatto d'intendimento ſi moſtran coloro, che tentano di adattare le proprietà della eſtenſione inerte, e delle forze morte, e vive alle interne affezioni della mente umana; avvegnachè non ſi ravviſa proporzione di ſorta fra le azioni materiali, e le modificazioni della coſcienza. In tali incontri egli è indiſpenſabile ricorrere a maſſime più ſublimi, e tra le filoſofiche ſette ſu queſto importante ſoggetto meglio dell'altre a mio credere ſi è diportata la Carteſiana. Il Signor Loke famoſo Metafiſico Ingleſe ſi è aſſunta la briga di opporſi a tutte le viſte di Renato Carteſio concernenti la diſtinzione tra le ſoſtanze ſpirituali, e le corporee. Accomunando egli all'eſtenſione inerte il penſamento, e confondendo le intime noſtr' affezioni colle idee, che gli obbietti eſterni ci rappreſentano, toglie alla Fiſica un criterio, ottimamente dietro alla ſcorta del Galileo ſtabilito da' Carteſiani, per cui moltiſſimi fenomeni ineſplicabili per altra ſtrada felicemente ſi ſpiegano. Non capiſco come ſi voglia, che nulla ci ſia di buono ne' diviſamenti de' Filoſofi, che ci anno preceduto, e che l'amore della novità poſſa tanto, che abbiano a ripudiarſi alcune verità evidenti, le quali ſenza fallo ſi adotterebbero, ſe non foſſero ſtate preoccupate.

Le premeſſe regole ſervono a maraviglia per conſeguire, che l'intelletto trattenuto, e raccolto dal freno d'una retta ragione non iſvaghi impetuoſamente quà e là rapito dalla ſua naturale impazienza, ed alle cauſe reali ſoſtituiſca delle ſtrane immaginazioni. Prima di tutto facciamci ad eſaminare accuratamente la qualità del fenomeno: concioſſiachè ſe in eſſo non appariſcono, ſalvochè conati ſollicitanti, che generano le forze vive, o reſiſtenze ritardanti, che le eſtinguono, a che pro dipartirſi dalle verità meccaniche, cioè a dire dai canoni della comunicazione del moto, e delle forze continuamente applicate, e dalle azioni equipollenti? Sarà vero, che frequentemente la Natura ſagaciſſima ne' ſuoi lavori accoppierà, e meſcerà inſieme varj elementi o coſpiranti, o contrarj, per guiſa che non ci riuſcirà bene ſpeſſo di ſvilupparne il ſegreto magiſtero. Ma perciò non ſi anno a porre in dimenticanza le precognizioni precedentemente ſtabilite, per appigliarci a cagioni ideali, giuochi della noſtra fantaſia.

Ignoro d'onde traggan l'origine la gravità, la virtù di molla, la forza elettrica con cento altre apparenze fiſiche, che ſuperano d'aſſai la mia tenue capacità. Non mi perdo però d'animo, nè chiamo in ſoccorſo le miſterioſe cagioni; perchè ſiccome a' giorni noſtri, uſati ſoltanto i teoremi Dinamici, ſi ſono ſvelati alcuni maravigliosi effetti, di cui gli antichi Filoſofanti erano onninamente all'oſcuro, così mi giova ſperare, che i poſteri ſieno per internarſi più addentro nel magiſtero della Natura, met-

ten-

tendo in vista parecchie verità, che presentemente sotto dense tenebre stanno nascoste: della qual gloria partecipano anche i Moderni, che di tempo in tempo ci arrichiscono di novelle impensate scoperte.

V.

Regola terza. Le proprietà de' corpi, che non ammettono nè intensione, nè minoramento, e che competono a tutti que' corpi, ne' quali si possono istituire gli esperimenti, s'abbiano per qualità generalmente comuni. E vaglia il vero, gli attributi della materia non ci si rendon noti, se non se per l'esperienza. Dai sensi impariamo, che i corpi sono estesi, impenetrabili, e ripugnanti a cangiare stato: e sebbene il maggior numero d' essi o per la distanza, o per la sottigliezza al nostro tatto, ed alla nostra vista sottraggonsi, da quelle poche osservazioni, che alla giornata ci si affacciano, massimamente non essendoci caso, nè circostanza, che c'induca a dubitar del contrario, si conchiude per la premessa regola, che de' menzionati attributi è fornita ogni porzione grande, e picciola della materia.

Ma se siamo altresì convinti, che i corpi nostrali staccati dalla terra in essa ricadono, ed i pesi sono alle masse proporzionali; che la luna è grave verso il globo terracqueo, e che i mari risentono nelle loro reciprocazioni della lunare attrazione; e che i pianeti esercitano l'un contra l'altro, e spezialmente col sole una reciproca azione, e di tutto ciò ce ne somministrano una prova evidente le osservazioni astronomiche; convien dire a norma della terza regola Newtoniana, che i corpi gravitino in se stessi scambievolmente, ed appresso che dai fenomeni si ricava un più forte argomento a favore della gravità universale, che della impenetrabilità, della quale non ne abbiamo osservazione alcuna ne' corpi celesti.

Alle sperienze addotte dal Cavalier Newton altre moltissime aggiunger si possono, di cui son pieni i libri, e particolarmente de' Signori s'Gravesande, e Muschembroek. Dappoichè il Cavalier Newton nel luogo citato si trattiene a lungo nel provare la mutua gravità di tutti quanti i corpi deducendola dalla terza sua regola, stimo ben fatto di chiamare ad un giusto esame così fatto pensiero, e di liberar d' ogni equivoco la presente materia. Se il rinomato Scrittore non altro ha in animo, salvo che di stabilire, che la mutua attrazione conviene ad ogni genere di corpi da noi conosciuti; di buon grado alla sua opinione ci sottoscriviamo, venendo essa da fenomeni ogni giorno più confermata. Ma se di ciò non contento opinasse esser la vicendevole attrazione ai corpi essenziale; son costretto a dissentire da lui per amore di verità. Io di leggeri comprendo, siccome l'estensione, e l'impenetrabilità sieno proprietà essenziali della materia; perchè lo spogliarla d' una d' esse è lo stesso, che distruggerla ed annichilarla. All'opposto s'io concepisco un corpo intieramente sfornito di gravità, si conserva tutt'ora nella mia mente l'idea della materia, la quale s'appoggia alla trina dimensione, ed alla inerzia.

S' aggiunga di più, che in cotal ipotesi risiederebbero essenzialmente nella materia due attributi repugnanti, e contrarj. Non si dipartono i Newto-

toniani dal parere de' Fisici, che la trina impenetrabile dimensione sia fornita d'inerzia: proprietà insita, e passiva, che la rende restia a qualunque mutazione di stato. Ora se nel tempo stesso risiede nella materia una virtù attiva attraente; si accoppiano insieme nel soggetto medesimo due qualità direttamente contraddittorie; conciossiachè l'inerzia ripugna al cangiamento di stato, e la forza dell'attrazione s'impiega incessabilmente a variarlo; per guisa che la prima serve di freno, e la seconda di stimolo. L'una, e l'altra sono del pari radicate nella materia; perchè ambo seguitano la proporzione delle masse, ed in ordine a ciò dee fingersi tra loro un perenne contrasto. Egli è dunque un paradosso, che due facoltà opposte s' inseriscano ne' corpi, e che nell'atto stesso impediscano, e promuovano il mutamento di stato.

Il tanto volte citato Sig. Newton ha sentito, cred'io, il peso della difficoltà. Bisogna per un verso tener fermo l'assioma, che ogni massa corporea perseverа nella sua costituzione di quiete, o di moto, se da qualche impressione estrinseca non vien costretta ad un cangiamento proporzionale all'azione, che s'impiega a vincere la sua pigrizia. L'inerzia certamente non dovea disgiungersi dalla materia; restava dunque, che la gravità universale, ed altre forze di simil genere dalla materia stessa si separassero, e facessero figura d'agenti esterni. Da ciò si conosce, che la mutua gravità, comunque universale, pure non può riceversi come proprietà essenziale della materia.

VI.

Non vorrei, che quando per me s'accorda convenir a tutti i corpi quel genere d'attrazione che domina ne' pianeti; talun credesse, che dassi retta al Cavalier Newton, il quale sospetta non altro essere le tante attrazioni, onde i fenomeni ci ammoniscono, se non differenti modificazioni della universal gravità. Questa a dir vero è una pretta ipotesi, nè dimostrata, nè forse dimostrabile, la quale dalla Fisica dee bandirsi secondo le stesse massime Newtoniane. Se mi diranno, che ogni qual volta un corpo grave sta situato dentro la sfera d'un qualche pianeta o principale, o secondario, la forza, con cui tende al centro, seguita la proporzion diretta delle distanze dal punto infimo, e cresce a misura che il peso alla superfizie s' accosta; io acconsentirò, che questa legge sia una conseguenza del canone principale, oppure della mutua attrazion planetaria in ragion reciproca duplicata delle distanze; perchè ne abbiamo dal Sig. Newton una chiara dimostrazione. Ma negli altri innumerabili casi mi sia permesso di sospendere il mio giudizio, fin a tanto che una simile dimostrazione venga prodotta.

Mi rende vie più sospeso la diversità delle leggi, che danno norma alle attrazioni. Io metterò sotto degli occhi quelle poche, che son venute a nostra contezza. Ne' pianeti tanto principali, quanto secondarj, stimolati gli uni verso il sole, e gli altri verso il centro de' primarj, le forze centrali serbano la ragion reciproca duplicata delle lontananze. Ben è vero, che in egual discostamento dai centri non son pari i conati attraenti: e quantunque la diversità tra le osservazioni astronomiche non mi permetta di dedurre

un

un computo esatto, appigliandomi alle medie, trovo, che esposta per l'unità la forza, con cui la nostra terra tira a se la luna, quella di giove rispetto a' suoi satelliti è cento venti due volte maggiore, e l'altra di saturno quaranta due, messe però le lunule dai loro centri egualmente rimote.

Che diremo poi della forza della terra paragonata, colla solare? Se i calcoli non m'ingannano, stanno esse nella ragione di 1 : 30000., e conseguentemente collocata la luna in pari allontanamento dalla terra, come la terra attualmente si dilunga dal sole, potrebbero essi globi cadendo da sublimità eguale descrivere la medesima ellissi: ma se la terra compie il suo giro in un anno, la luna c'impiegherebbe poco meno d'anni 555. La sterminata proporzione ci sorprende, nè per ora mi piglio la briga di discutere, se al fenomeno pienamente si soddisfaccia, ricorrendo alle masse de' pianeti, che sono in ragion composta della densità, e del volume.

Un altro canone ci somministrano i corpi magnetici, essendosi scoperto, che nella calamita le forze attrattive decrescono in ragione reciproca quadruplicata delle distanze. Da tante curiose particolarità, di cui presentemente non ho agio di favellare, viene accompagnato il fenomeno, che tra esso, ed il testè premesso non ci si vede corrispondenza. Succede il terzo canone, ed è, che ne' tubi capillari di vetro, ne' quali si sostentano i fluidi sopra il livello, si professa, che le forze quasi direi assorbenti s'aumentano in proporzione delle interne superfizie de' cannelli. In tal operazione della Natura c'è dello stravagante, o piuttosto dell'immaginario. Intorno le attrazioni elastiche, ed elettriche per ora nulla decido, e nè meno piglio per mano gli esperimenti chimici bene spesso così stupendi e perplessi, ch'anno sedotto i periti dell'arte ad abbandonare i principj comuni, per abbracciarne de' misterioſi.

Aggiungo, che se ci andasse fatto di misurare accuratamente le leggi tutte appropiate a quegli effetti, che alla virtù di attrarre, e di rispingere sogliono attribuirsi, ci troveressimo sopraffatti dalla pluralità de' canoni, i quali mal ponno riporsi sotto una legge universale della Natura; essendo forse impossibile di mostrarne la connessione. Gli esempj addotti ce ne danno una prova sufficiente. E se trattone un solo, gli altri tutti, quanti possono essere, anno indispensabilmente ad assumersi siccome fenomeni; chi m'insegna a quale d'essi debba darsi la preminenza?

Sia privilegiata la legge, che presiede alle celesti rivoluzioni; e perchè per l'ampiezza dell'Universo si spande; e perchè è fecondissima di conseguenze. Mi nasce però uno scrupolo, e consiste in ciò, ch'essa colla sua compagna, e dipendente sono mancanti ed imperfette, e non soddisfanno, salvo che alla metà del loro uffizio. La natura nel metterle in opera fa uso solamente delle forze centripete, e non già delle centrifughe; nè avviene unquanco, che tramuti le attrazioni in ripulsioni. Come mai potrebbe farlo senza incorrere in repugnanza facile a dimostrarsi? Convien dire, che se colla legge primaria e fondamentale non si accordano i conati repellenti; essa legge risponde sol per metà alla intenzione della Natura, e che di conseguenza dee riporsi tra le secondarie. Diasi dunque la preferenza a qualch' altra; e tale fra le conosciute si è quella, che regola le attrazioni magnetiche

che, per cui le forze dirette ai due poli della calamita, lungi da qualunque assurdo, di attraenti si trasformano in ripulsive. E se ciò non piace, meglio sarà, non mica cancellar dalla Fisica sì fatte leggi comprovate dagli esperimenti, ma piuttosto adottarle in figura di fenomeni.

VII.

Nè ho detto a caso, che vogliono le attrazioni riceversi in qualità di fenomeni, perciocchè come ho notato di sopra, s'ingannerebbe a partito chiunque si desse a credere d'esprimere a sufficienza con questo nome l'essenza della cagione. Giusto i dettami della nuova filosofica famiglia i pianeti, che incessantemente colle mutue gravità si sollecitano, nuotano nel vano, e per ispazj sterminati tra loro, e dal comun centro del sole sono disgiunti. Convien dunque ammettere le azioni in distanza tanto abborrite da' Fisici, nelle quali non si riconosce influsso di sorta, e che finalmente ricadono nelle cause occasionali del P. Malebranche, per cui si lascia a Dio solo la cura di operare alle occasioni con quelle leggi, che non già alle sue creature, ma a se medesimo egli ha prescritte. Ripudiata una tale sentenza, fa d'uopo concepire una virtù, un non so che propagato in giro non si sa come per l'inane all'infinito; imperciocchè in qualsivoglia sito, ed in qualsivoglia lontananza i corpi si collochino, sentono subito il vigore delle vicendevoli forze attrattrici.

A me pare, che il più sicuro metodo di filosofare richieda, che non si perdano mai di vista gli attributi cogniti della materia come altresì quelle forze, le quali da fenomeni analoghi ci sono manifestate, e che faccia d'uopo star sempre intesi a spiegare con questi mezzi, almeno per quanto si può, i lavori mirabili della Natura. Se la cosa non riesce, gli effetti noti nascenti da cagioni sconosciute si assumano in figura di fenomeni, e di dati fisici, de'quali dietro la scorta dell'esperienza si cerchino le leggi, e le conseguenze. Quindi da una verità ipotetica palese ai sensi si faccia transito alle più rimote, che si svelano passo passo coll'uso del raziocinio. Ma di ciò ho discorso nella mia prefazione, ed ho insinuato, che non si trascuri quel poco, che può saperſi, giacchè non si può saper tutto.

Io non mi dichiaro del partito di coloro, che odiano per fino il nome di attrazione, e la registrano nel catalogo delle qualità occulte. Non sono alieno dal riceverla nel senso poco fa esposto; imperciocche non potendosi dubitare dell'effetto ben avverato, e delle leggi, che l'accompagnano; non importa con qual vocabolo si chiami la causa secreta, che lo produce. Tal fiata si piglia la denominazione dalla materia, e si dice virtù magnetica, ed elettrica, e più spesso per non moltiplicare le voci si usa l'espressione generale di forza attrattiva: ma con ciò non crederei, che si pretendesse essere le cagioni simili, ed analoghe, mentre sono frequentemente tanto dissomiglianti gli effetti, e tanto differenti le regole, da cui vengono determinati. Oltre modo equivoca si è la parola di attrazione, ed avvegnachè se ne ritenga il suono, e si procuri con un solito volo di mente di adattare una idea generale; non ostante ciò nelle particolari ispezioni siamo astretti a distinguere i varj significati, e a separare i diversi concepimenti.

LI.

LIBRO SECONDO

De' principj Particolari della Fiſica.

CAPITOLO PRIMO.

Coſa ſia la Materia.

I.

DOvendo io diſcorrere a lungo ſulla natura, e ſu i principali attributi della materia, avrei prima d'ogni altra coſa, a litigare con certi Filoſofanti, i quali ſopraffatti da alcune difficoltà da loro credute inſolubili, e maſſime dall' unione dell' anima col corpo, coraggioſamente ne negano l'eſiſtenza, ed appellanſi Idealiſti, ſtando di mezzo fra i Dogmatici, e i Settici. Coſtoro, trattane la mente colle ſue idee, e colle ſue rappreſentazioni, altra ſoſtanza in Natura non ammettono, e particolarmente eſcludono la corporea. Da queſta nojoſa diſputa mi diſpenſa la bella riflеſſione di Criſtiano VVolfio, che eglino a pari degli altri attendono ſeriamente alla Fiſica, e ſebbene non rendon ragione delle coſe, che ſono fuori di noi, non pertanto ragionano come noi, ed al Mondo reale ci ſoſtituiſcono l'ideale.

Per ben conoſcere, non dirò già l'intima eſſenza della materia, perchè di tal metafiſica indagine un Fiſico non ſi prende guari penſiero, ma almeno i ſuoi primigenj attributi; fa di meſtieri gittar lo ſguardo ſu tutte le proprietà poſitive, e negative, aſſolute o di relazione, particolari o comuni, paleſi o dubbioſe; affinchè iſtituita una giudizioſa analiſi, ſi pervenga a diſcernere coſa ſia materia, e quali le ſue affezioni fondamentali, da cui tutte le altre traggon l'origine.

Ariſtotile ſi è attenuto ad una particolarità relativa, col definir la materia prima, ſubietto comune delle forme, dandocene una ſemplice ſpiegazione del vocabolo, e non mica una chiara e diſtinta idea ſondata ſull'aſſoluto. A queſta difinizione il Filoſoſo ne aggiugne una ſeconda lavorata ſul negativo, inſegnando, che la materia non è ſoſtanza, non quale, non quanta, ed in una parola nulla di ciò, per cui il compoſto viene nel ſuo eſſe-

eſſere coſtituito. Di cotali nozioni troppo generali, ed aſtratte, ſiccome inutili e ſterili, non fa conto la Fiſica; mentre con l'ajuto d'eſſe non ſi muove mai un paſſo, nè ſi arriva mai a dilucidare nè pure il più meſchino fra ſuoi fenomeni.

E vaglia il vero, quando lo Stagirita medeſimo ſi è accoſtato più da preſſo alla Natura, ci ha fatto avvertiti, che la quantità, o ſia l'eſtenſione è coetanea alla materia, e che l'una dall'altra diſgiungere non ſi ponno, ſe non ſe per via d'una mental preciſione. In oltre, profeſſando egli d'eſcludere il vano introdotto da Democrito, ſi è eſpreſſo, che ovunque ſi rinviene trina dimenſione, cioè lunghezza, larghezza, e profondità, ivi ci è corpo, e conſeguentemente materia: la qual ſentenza inſieme con la ſua prova è ſtata dal Carteſio adottata.

II.

I miſti, che tutto dì ci ſi affacciano, e ſotto gli occhi noſtri continuamente ſi mutano, ſono forniti d'innumerabili proprietà. Ce ne ſono di rari e di denſi, di fluidi e di ſolidi, di molli e di duri, di opachi e di traſparenti. Alcuni ſi veggono animati dal moto, ed altri poſti in quiete almen relativa; ma i primi perdon bene ſpeſſo la forza impreſſa, ed i ſecondi l'acquiſtano. Alcuni ſono pigri, ed inerti; altri guarniti d'una riſentita virtù di molla, e così vadaſi diſcorrendo. La materia è dunque capace di tutte le premeſſe qualità, e d'altre moltiſsime, che ſovente in eſſa riſeggono. Ma perchè del pari può ſtarne ſenza, e tutta via ſuſſiſtere; è coſa chiara, che anno a riporſi fra gli attributi ſecondarj, e non tra primitivi, i quali ſi trovano indiſpenſabilmente ovunque c'è materia, e ſervono di baſe alle modificazioni men principali.

Ora mi ſi aſſegni un compoſto privo di eſtenſione, e ſia pure oſcuro o luminoſo, tenue o maſſiccio, e che ſo io; non è egli evidente, che ognuna delle menzionate particolarità alla trina dimenſione ſi appoggia, e che, ſe ad eſſe manca il ſoſtegno, ſi riſolvono in nulla? Appreſſo ne' prodotti fiſici non può concepirſi mutamento ſenza moto, nè moto ſenza eſtenſione; laonde riguardate le coſe da tutti i lati, è verità più ſplendida della luce del Sole, eſſere l'eſtenſione, o la trina dimenſione uno degli attributi capitali della materia.

III.

Ed ecco moſſo il primo paſſo: reſta che ſi faccia il ſecondo, e che impariamo a diſtinguere l'eſtenſione vera e reale dalla relativa ed immaginaria. Una nuda eſtenſione, tal quale il Geometra la concepiſce, badando ſoltanto, che una parte coll'altra non ſi confonda, è uno ſpazio puramente ideale, e non una fiſica materia, che non vuolſi ſpogliare di conſiſtenza, e d'impenetrabilità. In fatti non avviene mai, che s'imprima nella noſtra mente la nozione d'un corpo qualunque dalla ſua figura circonſcritto, che nello ſteſſo tempo non ſi riſvegli in noi quella altresì del luogo, in cui

per

cui per avventura il corpo ſoggiorna. E la ragione ſi è, perchè, facendoſi i corpi in virtù del movimento ora ad un ſito, ed ora ad un altro preſenti; egli è d' uopo, che per noſtro modo d'intendere, ſi ſepari in qualche maniera il contenuto dal continente, e che ſi attribuiſcano al luogo le dimenſioni proprie del corpo.

Fingo, che una maſſa di determinata grandezza il ſito ſolito poſto abbandoni, e in ſua vece, per riempiere il loco laſciato vacuo altrettanta non ne ſottentri; mi farò bensì a miſurare lo ſpazio cubico d'un palmo, a cagion d'eſempio, o per mezzo del ſolido, che ſi è partito, o per via della ſuperficie, che lo circonda: ma dopo ciò non m' indurrò mai a credere, ch' ivi ci ſia materia. Ivi non ſi rinvengono parti, ſalvo che immaginate; imperciocchè non poſſono ſcambievolmente permutar ſito in paſſando dall'alto al baſſo, o da deſtra a ſiniſtra. Conſeguentemente non ſi dà nè azione, nè reazione, ed un mobile, che a traverſo del predetto ſpazio cammina con una coſtante celerità, non urta in contraſto di ſorta, nè perde una quantunque minima porzione della ſua forza; perchè non ſi fanno ad eſſo incontro altri corpi, cui poſſa comunicarla.

Se poi ſi pretendeſſe, che alla ſuddetta eſtenſione ideale non ripugni il movimento; onde ſollevata allo ſtato di materia fiſica ſtia ſempre pronta a cangiar luogo, conforme penſava forſe il Carteſio; pare a me, che da un ſolo palmo di tal quantità continua eſtraere ſi poſſa tanta mole, che ſia baſtante a riempiere infiniti Mondi. Trasferita altrove, giuſto l'ipoteſi, la prima palmar magnitudine, non ſi toglie di mezzo la ſeconda, che ugualmente lunga, larga, ed alta occupa il medeſimo ſito, ed è del pari preparata a mutarlo, indi la terza, e poi la quarta, e così di mano in mano. Per la qual coſa collocando in ordine i pezzi uno accoſto all'altro ſi metterà in eſſere una eſtenſione maggiore di qualunque data, la quale non ſi ſa come ſtava tutta, quanta ella è, in un cubo di poche dita riſtretta, e compenetrata.

IV.

Non biſogna dunque confondere il vano col pieno, e lo ſpazio colla materia. Lo ſpazio vuoto è un pretto nulla, che non può produrſi, nè annichilarſi, che ſi preſenta alla fantaſia ſiccome invariabile, immobile, immenſo, ed eterno. E giacchè non ſiamo tanto prevenuti, che eſſo non ſi conoſca inetto ad agire, e a patire; ſappiamo altresì, che per ſuo conto niente ſi genera, e ſi corrompe. In ſomma altro non è che una eſtenſione relativa, o per dir meglio una mera capacità, in cui un corpo ſta collocato, o almanco, ſecondo la noſtra maniera di concepire, può collocarſi. Va riposto eſſo ſpazio fra le privazioni, eſſendo ſomigliantiſſimo alle tenebre, ed al ſilenzio, che ſebbene non ſi contano fra le coſe eſiſtenti, ſi conſiderano tutta via ſotto una ſpezie di rapporto in ordine all' aere oſcuro, o muto, che potrebbe eſſere riſchiarato dalla luce, e agitato dal ſuono.

In ſimil guiſa guardiamci di non dare alla nuda eſtenſione, per così eſprimermi, troppa realità, come ha fatto forſe Ariſtotile, e dopo lui cer-

tamente Giordano Bruno ; mercè che s'intorbida da capo a fondo la chiarezza delle idee originali, qualunque volta si appropria l'essere al nulla, e ciò, che più rileva, un essere trascendentemente infinito, che non ha limiti, rispetto la grandezza, e la durazione. Non si copre l'inconveniente, anzi vie più si palesa col surrogare all'infinito l'indefinito, come fece Renato Cartesio, il quale col velo d'un vocabolo s'ingegnò di nascondere l'assurdo: se pure, conforme suol dirsi, non volle gittar la polvere negli occhi de' suoi Lettori. In tanto si noti, che i Newtoniani favoriscono soverchio lo spazio per immenso, e per eterno senza alcuna esitazione, spacciandolo: anzi il loro Maestro l'ha dotato d'una strana prerogativa, arrischiando l'ardita proposizione, che in esso, come in suo intimo, ed unico sensorio, Iddio tutte le cose conosce, e distingue.

V.

Mi rivolgo ad ascoltar gli Avversarj. Il nulla dicono eglino non è fornito di qualità, giusta il comune assioma: *non entis nullæ sunt qualitates*; dunque, dove si rinvengono proprietà, ivi certamente ci è qualche cosa, che ad esse serve di fondamento: ma lo spazio è lungo, largo, e profondo, è circoncinto dalle sue figure, e nelle sue parti divisibile; conseguentemente la trina dimensione, base delle mentovate affezioni, non è un semplice nulla, ma una vera, e real entità.

Andava con meco divisando, qualmente i citati Fisici non si sieno accorti della fallacia del loro discorso. Se avessero posto mente, che a parecchie privazioni si adatta una relativa estensione, di cui per se stesse non sono capaci, e che questa si attribuisce non solo allo spazio inane, ma di più alle tenebre ed al silenzio, occupanti ora un maggiore, ed ora un minor tratto; sarebbero rimasti convinti, che non an sempre a moltiplicarsi le cose a norma delle nostre percezioni, e che tutto dì siamo soliti di appropiate alle privazioni alcune particolarità di que' soggetti reali, che si sono tolti di mezzo, e che dovrebbero, o almeno potrebbero esser presenti.

Spendo alquante parole in rintracciare l'origine di questi equivoci concepimenti, i quali addossano al nulla un'apparente realità, e perciò tirano facilmente in errore i Filosofi più accreditati. Sono senza dubbio le privazioni un niente fuori di noi; ma nell'affacciarsi, per così esprimermi, negativamente all'intelletto, vengono accompagnate dai fantasmi della immaginativa, e per conseguenza dagl'interni sentimenti dell'anima. Quinci è costume invalso nell'ordinario favellare degli uomini, che, se non se a tutte, almanco alle più comunali, i nomi s'impongano significanti per una parte il loro non essere, e per l'altra quegli idoletti, che si formano nella fantasia, e quelle intime affezioni, che nella mente si destano. All'improvviso estinta la candela, rimango di notte al bujo. So benissimo, che nulla di nuovo s'introduce nella mia stanza, e che cessa soltanto l'azione del lume. Con tutto ciò mi avveggo, che non resto talmente nudo d'ogni percezione spettante al senso della vista, che non mi paja di vedere ad occhi

aper-

ti un non ſo che di tetro al color nègro ſembiante, quantunque io ſappia d'eſſere involto fra le tenebre, le quali, eſſendo tal fiata aſſociate ad una inſolita denſità d'aere, con una eſpreſſione enfatica, dalla Sacra Scrittura ſi chiaman palpabili.

Appreſso le privazioni nell'atto d'eſſere da noi concepute, non vanno mai ſole, perchè ſi accoppiano colle circoſtanze precedenti, e ſuſſeguenti, che pigliandoſi volgarmente ſiccome cauſe ed effetti, ſebbene improprj, in qualche maniera le ſoſtentano, e ce le imprimono più ſaldamente nella fantaſia, e nella memoria. La cecità, a cagion d'eſempio, ci fa ſovvenire della luce, e de' colori con piacere in altri tempi veduti, e noja e tedio ci apporta. Con tal artifizio i Poeti facitori d'idoli, e d'immagini, che ad ogni ſubbietto, e per ſino al niente, ſanno dar corpo, adornano le privazioni di gentiliſsime fantaſie, e vaglia per tutte quella del ſilenzio lavorata dall'Arioſto. L'eſpoſta foggia di popolarmente penſare, benchè lontaniſſima dal buon ſenſo, tuttavia dai Filoſofanti, non ſaprei dir come, adottata, è giunta tal volta ad un'appena credibile ſtolidità. Me ne rendano teſtimonianza le viſioni de' Gentili, dai quali le privazioni, verbi grazia la morte, ed altre parecchie, ſi ſono alzate al poſto eminente di tante Deità.

Applico le premeſſe rifleſſioni allo ſpazio vano, e dico, che l'eſtenſione ſolida facilmente degenera nell'immaginaria, qualora cioè la prima, per via d'una mentale preciſione, de' ſuoi reali attributi ſi ſpoglia. Una maſſa fiſica non è ſeparabile dalla ſua figura; conciofſiachè, a forza di aſtrazioni, le figure eſteſe dalle altre qualità corporali, per eſempio dalla impenetrabilità, ponno diſgiungerſi, ma non al roveſcio; mentre non arriveremo mai a concepire un pezzo finito di materia, che da una qualche figura non ſia circonſcritto. Quinci eſſe figure ci ſtanno per guiſa ſtampate nella fantaſia, che, per quanto il corpo ſi eſtenui, e ſi riduca ad un mero nulla; non avviene mai, che le loro immagini in noi ſi cancellino. E ſebbene, chi non ſi laſcia ſedurre dall'apparenza, comprende apertamente, che altro non rimane, ſalvo che una pura capacità atta a contenere un vero corpo maſſiccio e figurato; non per tanto ſtenterà a purificare le ſue idee, ed a liberarſi dalle fallacie de' ſuoi radicati pregiudizj.

VI.

E giacchè mi ſi offre l'occaſione, intorno le figure convien fare qualche avvertenza. Ogni qual volta alla eſtenſione da tutti i lati ſi aſſegnano i termini, oltre i quali ſi ſuppone, che non traſcorra, ſi determinano le ſue dimenſioni, un pezzo dall'altro ſi diſcerne, e ſi ſepara, ed in tal guiſa ſi formano in noi le idee delle innumerabili differenti figure. Queſte ſono il principale ſoggetto della Geometria, la quale nell'inveſtigare le loro affezioni unicamente s'impiega, ed entrano neceſſariamente nella Fiſica, in quanto ne' ſuoi lavori la Natura, per dir così, geometrizza. La matematica pura preſcinde da tutte le paſſioni de' corpi, e per ſino dalla ſolidità, contentandoſi di aſſumere per proprio obbietto la ſola trina dimenſione, ſiccome figurata. Finge per tanto nello ſpazio nudo e ſolidi, e ſuperficie,

e linee, che, per dar campo alle dimoſtrazioni, s' incontrano, ſi tagliano, e tal fiata ſi compenetrano: ed appreſſo s' immagina delle ſuperficie ſenza profondità, delle linee ſenza larghezza, e de' punti onninamente individui: colle quali aſtrazioni la quantità continua vaſſi al mero niente paſſo paſſo accoſtando.

In fatti nulla ſerve al Geometra l'accumular proprietà; concioſſiachè, baſtando a lui, che una parte ideale ſia fuori dell' altra, e che inſieme non ſi confondano; le ſue concluſioni del pari ſi verificano applicate alla materia fiſica corredata de' ſuoi reali attributi. In queſto mentre facendo egli lega colla ſcienza naturale, congiunge ſovente all' aſtratta quantità continua una qualche affezione corporea, per eſempio, la fluidità, la durezza, la forza, e più frequentemente d' ogni altra la gravità. Non ſi ſcorda però delle ſue preciſioni; mercè che addoſſa il peſo, non ſolo ai ſolidi, ma di più ai piani, e alle linee, e ſegna i punti indiviſibili, ſiccome centri di gravità, ne' quali ſta concentrato il peſo intero della figura. Quindi è ſurta la Centro-barica, ſcienza egualmente alla Fiſica, ed alla Geometria profittevole indicata da Pappo, coltivata dal Valerio, dal Guldino, e da parecchi Valentuomini a maggior perfezione ridotta, di cui ci ha dato il primo ſaggio Archimede nella ſua meccanica quadratura della parabola.

Egli è vero, che ne' prodotti naturali non ſi ravviſano, ſe non ſe corpi, cioè di tutte e tre le dimenſioni forniti; imperciocchè, conforme ne' ſeguenti Capitoli io dimoſtrerò, non ſi danno ſuperficie prive di altezza, nè linee ſenza larghezza, e profondità. Ogni corpo è ſempre corpo, per quanto ſi ſminuzzi, e ſi ſtritoli; avvegna che egli è impoſſibile, che fino al punto ſpogliato di parti proceda la diviſione.

Appreſſo vuole notarſi, che le figure reali, e non immaginarie ſono ſempre mai ſolide, e ſiccome tali miſurano i volumi, e non già le maſſe: viene a dire, che quella quantità di ſpeziale materia, che ſotto una data figura ſi contiene, non riempie di gran lunga il volume, o ſia la capacità della figura continente. Così non è tutto oro ciò, che in una ſfera riputata d' oro ſi comprende, ed oltre le materie eterogenee, che vi s' inſinuano, probabilmente, come a ſuo tempo vedraſſi, c' entra anco il vacuo diſſeminato.

I fluidi a differenza de' ſolidi non affettano particolari figure, e ſi adattano prontamente a quelle dei vaſi, in cui ſi ripongono. Negli uni, e negli altri però, oltre le figure totali proprie de' ſecondi, ed a primi appropriate, anno a conſiderarſi le parziali, da cui ſono abbracciate le particole componenti, le quali ſi formano dall'unione d' altre ancora più picciole, e così di mano in mano, ſinattantochè per evitare l' aſſurdo di progredire all'infinito ſi perviene a quegli ultimi elementi, in cui la partigione ſi ferma, e ne' quali dalla capacità delle figure ſi miſura non più il volume, ma bensì la maſſa da eſſe compreſa.

Speſſiſſime fiate la Fiſica chiama in ajuto la Geometria, e l'Analiſi, e perciò non può diſpenſarſi dall' adottare alle occaſioni le loro idee lavorate a fior di aſtrazioni. Si vale dunque di punti centrali, di linee,

nee, e di piani immaginati, quando maſſimamente vengono ad uſo, ſenza portar con ſeco ripugnanze, ed aſſurdi. Prendo ad inveſtigare la lontananza del Sole dalla noſtra Terra per mezzo della lunare dicotomia accuratamente oſſervata. Io ſtampo nell' etere un triangolo rettangolo congiungendo con tre rette ideali i centri de' tre menzionati Pianeti, indi, ſuppoſta nota la diſtanza della Terra dalla Luna, e miſurato un angolo acuto, coi canoni trigonometrici vengo a capo della inchieſta. Che importa a me di perdermi ſulla ſottigliezza delle linee viſuali, e ſul fondo della ſuperficie triangolare, mentre non ſi tratta, ſe non ſe di lunghezze? Anco l' Algebra Carteſiana ci offerisce le ſue grandezze negative, e le immaginarie, e la Leibniziana le ſue differenze infinitesime di varj ordini, e le ſue ſommatorie: ma cotali magnitudini debbono adoprarſi in fiſica con quelle cautele, che anderò in progreſſo eſponendo.

VII.

Abbiaſi per iſtabilito, che la materia fiſica è bensì una eſtenſione, ma corporea, o ſia impenetrabile; ma reſiſtente, viene a dire pigra, ed inerte; ma mobile, e capace, ſebbene con qualche ritroſia, di cangiamento di ſtato, e di eſſere animata dalla velocità, e dalla forza; ma diviſibile in modo, che una delle ſue parti poſſa colle altre permutar ſito; ma tale, che dallo ſpazio inane è tanto remotiſſima, quanto l'eſſere dal non eſſere: in poche parole atta alle azioni, ed alle paſſioni, e ſi fattamente feconda, che dal ſuo ſeno tutti i prodotti naturali traggon l'origine.

Quì mi ſi fa incontro il celebre Signor Muskembroek, il quale inteſo ad arricchire la materia di quante affezioni a lui ſono venute in mente, ſenza prenderſi cura di ſeparare le certe dalle dubbioſe, e le principali dalle ſecondarie, non ſi moſtra pago della premeſſa maniera analitica di filoſofare. Dic' egli, che a forza di mentali preciſioni, la materia ſi ſpoglia di quelle proprietà, che ad eſſa ſono eſſenziali, a cagion d'eſempio della univerſal gravità. Aggiunge, che tal ſorta di reſoluzione arbitraria va a terminare dove ſi vuole, laonde potendo io a mio piacere fermarmi più preſto, o più tardi nella ſcala delle aſtrazioni; ſarò ſempre ambiguo qual ſia l'originale attributo, ſu cui ſi fonda la natura della materia. Siccome diſgiungo da eſſa il moto, la forza viva, e l'attratrice, la durezza, e l'elaſticità, proprietà capitali, ed inſeparabili, che ſecondo alcuni Fiſici nel ſuo eſſere la coſtituiſcono; così chi mi vieta di preſcindere coi Geometri dalla impenetrabilità, e dalla inerzia, e coi Metafiſici per fino dalla trina dimenſione, apigliandomi a qualche attributo anteriore, che la ſoſtenti, e ricorrendo all' eſigenza degli Scolaſtici, o alle monadi del Leibnizio?

Non ſi dee riſparmiare induſtria per collocare in tutto il ſuo lume una verità capitale, e baſe di tutte le mie perquiſizioni, che da eſſa immediatamente deriveranno. Conviene dunque ſeparare nelle lor claſſi le differenti affezioni, alle quali la materia ſoggiace, ed iſtituire un' analiſi più rigoroſa. E primieramente non cade ſenza fallo la quiſtione ſulle modificazioni, che a tutti i corpi non ſon comuni, e tali ſono la fluidità, la traſparenza, ed

altre

altre moltiſſime, intorno le quali ſiam ſicuri, che da per tutto, dove c'è materia non ſi rinvengono, e perciò ponno ragionevolmente porſi da canto, non eſſendoci diſdetto di aſſumere que' prodotti, in cui mancano, ed indagare coſa ſia la materia fiſica, che li ſoſtiene.

Secondariamente alquante proprietà, delle quali ſi dubita, non ſenza il ſuo perchè, e ſono le poco ſa nominate, che giuſta le varie filoſofiche ſentenze alla materia eſſenzialmente convengono, o non convengono, pare a me, che, ſe non per altro titolo almeno in grazia del buon metodo, abbiano per provvedimento a traſandarſi, fin a tanto che ſopraggiungendo nuovi lumi ſi tolga di mezzo l'ambiguità. Di tali attributi il lodato Scrittore con troppa liberalità ha adornata la materia, e mi ſovviene di Ruggero Coes, il quale nella ſua prefazione ai Principj Nevvtoniani più coraggioſo del Maeſtro ha pronunciato, che la gravità è tanto eſſenziale alla materia, quanto l'impenetrabilità. Nello ſtabilire i primi principj della ſcienza naturale non ſi dee meſcere il certo coll' incerto, adottando, fuor di propoſito, e ſenza biſogno alcune maſſime contraſtate, e generalmente non ricevute, mercè che in tal guiſa le ſuppoſizioni dubbioſe coi principj fermi mal ſi confondono.

In terzo luogo, ci ſono nella materia degli attributi eſſenziali benſì, ma che naſcono di conſeguenza, e fra queſti la diviſibilità, e la mobilità, che all'eſtenſione impenetrabile immediatamente ſi appoggiano, de' quali ſe non foſſe capace, in nulla ſi riſolverebbe; diſtruggendoſi inſieme inſieme le proprietà principali, che colle ſecondarie ſi uniſcono di ſtretta indiſſolubile neceſſità. Ed appunto le aſſegnate particolarità, che in una mera potenza conſiſtono, ridotte all'atto ſuppongono la materia già organizzata, e diſpoſta in un ſiſtema; e tali ſono il moto locale, la forza attiva, e ſe così piace l'univerſal gravità, con altre parecchie, che dalle varie Sette de' Filoſofanti vengono o bene, o male introdotte, come la durezza infinita degli atomi Epicurei, e la perfetta fluidità dell'etere Carteſiano: intorno le quali baſta riflettere, che non ſi legano talmente colla materia, che non poſſa ſuſſiſtere, ſenza che nelle ſue primarie proprietà, cioè eſtenſione, ed inerzia rimanga nè punto nè poco pregiudicata.

VIII.

Per la qual coſa il filo d'una fiſica analiſi ci conduca fin a quel ſegno, che paſſando gradatamente da aſtrazione ad aſtrazione, l'idea del ſoggetto nella noſtra mente non ſi cancelli, e non iſvaniſca. Diaſi, che la gravità Nevvtoniana ſia talmente immedeſimata coll'eſſer corporeo, che lo ſtaccarla onninamente ripugni. Non reſta però, che, ſe io dal conſiderarla il mio penſiero ritraggo, o pure che di bel nuovo preſcindendo la metto in diſparte; non reſta, dico, che in me non ſi conſervi un limpido, e diſtinto concetto della materia; in quanto cioè mi ſi preſenta ſotto l'idea d'una trina dimenſione impenetrabile, ed inerte, attributi eſſenziali, ed anteriori, che ſoſtentano la gravità affatto inetta a reggerſi da ſe ſteſſa.

Di

Di paſſaggio ſi avverta, in quale ſconvenevolezza incorrerebbe colui, che con uno sforzo d'intelletto tentaſſe di preſcindere dall'eſtenſione ſolida, tenendo ſoltanto ſaldo il concetto della gravità. Io ſono convinto dal mio interno ſentimento, che per quanto s'ingegnaſſe di aſſottigliare la coſa, non arriverebbe mai ad aſtraere aſſolutamente dalla ſoſtanza corporale, che alla gravità ſerve di baſe, e che voglia o non voglia, la nozione della maſſa, che a'peſi dà regola, ne' ſuoi diviſamenti s'inſinuerebbe. Non così all'oppoſto; concioſſiachè, ſenza ripugnanza di ſorta, la materia inerte ſornita, o ſpogliata di gravità del pari ſi concepiſce.

Più oltre non dee progredire l'analiſi; imperciocchè pervenuti che ſiamo alla trina dimenſione ſolida, ci manca il campo di maggiormente traſcorrere. E vaglia il vero qual è quell'anteriore attributo reale e poſitivo, che mi ſi affacci, e della materia mi dia contezza? O convien dunque ſulle orme del citato Signor Muskembroek tornare indietro, e diſfare il già fatto, accumulando per via di ſinteſi le affezioni meno principali già traſandate: che dal buon metodo non ci viene permeſſo; avendoſi eſſe nel progreſſo de' noſtri ragionamenti a ripigliare in figura di dipendenti, e di ſecondarie. Ovvero ſa di meſtieri ingolfarſi in remote metafiſiche ſpecolazioni per lo più vacue di realità, e fantaſiare ſulle potenze, ſingl' individui, ſull'entità, ſull'eſigenze, e che ſo io: con che, ſurrogando al noto lo ſconoſciuto, l'oſcuro al chiaro, ed al diſtinto il confuſo, ſi fa di tutto per abolire le nette idee, che benignamente dalla Natura per lo canale de'ſenſi nella noſtr'anima vengono impreſſe.

Mi fermo pertanto ſulla menzionata impenetrabile eſtenſione, nè divantaggio m'inoltro. E per iſcanſare le diſpute inutili non mi prendo la briga di definire, ſe in eſſa conſiſta l'eſſenza delle coſe materiali: e ſiccome per così eſprimermi, al di ſotto di eſſa varj attributi, ma di conſeguenza, io ravviſo; così non vado dietro a quelle, che ci ſtanno ſopra, e che ſe per avventura ci foſſero, alla mia intelligenza ſottragonſi, de'quali non formo idea, e non ci vedo la connеſſione. Io li laſcio di buona voglia ai cultori della più ſublime Filoſofia; imperocchè non abbiam a poggiar tant'alto, quando ſi tratta dei fiſici inveſtigamenti.

IX.

Verrà forſe a tal uno la curioſità di ſapere, quale de'due attributi alla materia eſſenziali, di cui mai non va priva, e ſono la trina dimenſione, e la ripugnanza a cangiare ſtato, che col vocabolo aſſai eſpreſſivo d'inerzia fu dal Keplero contraſſegnata, faccia comparſa di principale, e qual di ſecondario. Se io bado all'ordine delle cognizioni umane, il queſito ammette una pronta ſoluzione; imperciocchè prima d'ogni altra proprietà i Fiſici, e per ſino Ariſtotele, anno riconoſciuta nella materia l'eſtenſione, e la quantità in figura di ſua perpetua ed indiviſibil compagna: laddove non ſi è ſcoperta l'inerzia, ſe non dappoichè la ſcienza naturale era già vecchia di molti ſecoli. E dall'ignoranza appunto di queſto eſſenziale attribu-

to:

to è derivato, ſecondo il mio parere, che mal ſi confonda da molti capi di Setta il pieno col vacuo, e lo ſpazio colla materia.

Avuto poi riguardo alla coſa in ſe ſteſſa, fra le due menzionate affezioni non ſi ſcorge priorità d'origine, o di dipendenza; concioſſiachè, ſe con uno sforzo di mente ſeparo l'inerzia dalla eſtenſione, queſta degenera in una privazione, ovvero in un puro nulla, e ſe tolgo di mezzo l'eſtenſione non ſo a qual ſubietto appoggiare l'inerzia. Arroge, che tutte le ſperienze mi ammoniſcono, eſſere in ogn'incontro l'inerzia proporzionale alla maſſa, di cui i corpi ſono compoſti, prendendoſene la miſura, non già dal volume, che ſecondo le circoſtanze, ora ſi riſtringe, ora ſi dilata, ma bensì dalla quantità della materia, che in eſſi corpi riſiede.

Si ragionerà eſattamente in dicendo, che l'inerzia è una coſa medeſima colla materia; perchè ricreſce, e ſi diminuiſce non mica in ſe ſteſſa, ma ſoltanto relativamente all'aumentazione, e minoranza della maſſa. Se taluno s'immaginaſſe, che ad una determinata quantità di materia ſi addoſſaſſe, o almanco in qualche altra coſtituzione di Mondo, ſi poteſſe addoſſare una più grande, o più picciola ripugnanza a mutare ſtato; darebbe di petto nell'aſſurdo, e nell'impoſſibile. Eſſendo l'inerzia conforme a ſuo luogo dimoſtrerò una conſeguenza immediata della impenetrabilità, ai corpi più e meno inerti corriſponderebbero li più, e li meno impenetrabili; lo che a chi ben ci penſa importa contraddizione.

X.

Do compimento al ſoggetto, facendomi ad eſaminare per quai motivi alcune filoſofiche Famiglie non ſi ſieno moſtrate paghe dell'idea ſempliciſſima della materia, deſunta dai due capitali attributi eſtenſione, ed inerzia. Pareva, che non foſſe di ſtagione tutto ciò, che non avea ſentore di metafiſica ſottigliezza. Gli antichi anno annoverata la trina dimenſione impenetrabile, ed i Moderni ci aggiungono la ripugnanza al cangiamento di ſtato fra le proprietà della materia: ma non contenti di queſte viſte, ſono andati in cerca d'un qualche attributo anteriore, e primigenio, che ſerva ad eſſe di ſoſtegno. Gli ſcolaſtici perſuaſi da alcune teologiche conghietture, che la materia ſpogliata delle predette affezioni poſſa nulladimeno nella ſua più interna eſſenza ſuſſiſtere, la diffiniſcono un non ſo che eſigente una quantità impenetrabile. Queſta eſigenza però va ſenza fallo ripoſta fra le proprietà relative, le quali da ſe ſole non ſi reggono, anzi anno indiſpenſabilmente biſogno delle aſſolute, a cui ſi appoggino. L'attributo poi reale, e poſitivo baſe della predetta eſigenza non è mai ſtato aſſegnato, nè ſarà mai aſſegnabile, maneandoci i criterj per iſcoprirlo; dunque ci ſia, o non ci ſia, o in qualità di primitivo, o di dipendente da un altro ancor più recondito (perchè ſu ciò, che non può ſaperſi, è coſa vana il mover quiſtioni) eſſo indubitatamente nè punto nè poco appartiene alla Fiſica, la quale per render ragione dei fenomeni, non ha da ricorrere a' principj ſconoſciuti.

In

In questo mentre il Leibnizio ristoratore in parte delle sentenze Aristoteliche ha creduto di supplire al difetto, suggerendoci le sue monadi, sulle quali con un grand'apparato di sottigliezze si è trattenuto lungamente il VVolfio nella Cosmologia. Se mi venisse permesso di esporre i miei sensi con libertà direi, che il lodato Scrittore altro non ha fatto, che tirarsi un passo addietro; qualunque volta in vece di attribuire la serie delle cagioni, e degli effetti naturali alla materia inerte avvalorata dalle forze vive, e morte, l'ascrive alla misteriosa energia di certe unità elementari immobili, ed indivisibili, che quanto più si considerano, tanto meno s'intendono.

Sia però la cosa, come si vuole, per confessione dello stesso VVolfio nell'opera testè citata, sebbene l'estensione, l'inerzia, e la forza anno a prendersi siccome altrettanti fenomeni, e macchine messe in azione dalle suddette entità, a guisa d'una scena di santocci mossi da mano nascosta; non per tanto la materia fisica, per valermi della frase dell'Autore, è un fenomeno sostanziato, cioè a dire, che fa la figura, o almeno l'apparenza d'una vera, e reale sostanza, e siccome tale si debbe assumere, e maneggiare, cavandone quelle conseguenze, che fluiscono dalle idee semplici a noi familiari, e più alla nostra portata. A che pro dunque imbrogliare la scienza della Natura d'individui, e di monadi, le quali non vengono ad uso, e non sono acconcie a spiegare qualsisia fisico effetto?

Se io mi farò a render ragione di alquante proprietà della luce, per qual causa cioè sia atta a riflettersi, a rifrangersi, e a dissiparsi, appagherei forse i Lettori, quand'altro di migliore dir non sapessi, se non se che gli elementi VVolfiani sotto la scorza materiale appiattati ne contengono intimamente in se stessi l'unica e germana cagione; essendo non si sa come disposti, e talmente preordinati, che necessariamente le divisate apparenze a nascer si veggono? Io quanto a me, lasciate ad intelletti più acuti le astruse meditazioni, rifuggirei alle regole de' movimenti, e delle resistenze, alle forze composte, e ad altri principj fisici, e geometrici, coll'ajuto de'quali si svela il meccanismo della Natura. Il bello si è, che dietro la scorta del loro illustre Maestro così si adoperano i medesimi Leibniziani, e che per troncare, piuttosto che per isciogliere alquanti nodi metafisici, si sono appigliati a cotale strano partito.

XI.

Messe da canto le accennate acutezze, che non fanno per la Fisica, ed epilogando le cose dette, io conchiudo, che mal si appongono coloro, i quali fondano l'essenza della materia su certi attributi, che non sono realmente in Natura, e debbono piuttosto riporsi fra i concepimenti venuti in testa ai Filosofi, per sostenere i differenti, anzi contrarj sistemi di loro particolar invenzione. Tali io reputo le forze attrattive, e repellenti, e l'immenso vacuo della scuola Newtoniana; tali gli atomi di Epicuro solidi, infrangibili, e d'infinita durezza forniti; tale la materia sottile del Cartesio, sì fattamente sminuzzata, che prontissima s'insinua in qualsivoglia me-

nomiſſimo ſpazio. Appreſſo nella primitiva idea delle ſoſtanze corporee non entrano quelle proprietà ſecondarie, che alla materia convengono, in quanto dalla forza è animata; concioſſiachè, ſe l'eſtenſione inerte può ſuſſiſtere in una perfetta quiete, e ſpogliata onninamente di forza; è manifeſto, che le affezioni ſoltanto paſſive, e non le attive ſono ad eſſo lei eſſenziali. A cagion d'eſempio io non conoſco corpo, che d'ogni vigore di molla sfornito ſia totalmente: ma ciò non oſtante io non conterò fra le primarie proprietà della materia la forza elaſtica.

Sopra gli attributi del primo genere o falſi, o almanco dubbioſi, e nè tampoco ſu quei del ſecondo, che quantunque veri, di men principali fanno comparſa, io non iſtabilirò le mie fiſiche fondamentali perquiſizioni. Ci corre un gran divario tra ciò, che ſi debbe aſſumere, e ciò che deeſi dedurre. Non conſente il buon metodo, che ſi accettino per originali nozioni, ſe non ſe quelle, che ſono chiare, ſeconde, e non contraddette. Il rimanente vuol dimoſtrarſi, e per queſta ſtrada le ſcienze matematiche all'ultimo grado dell'evidenza ſon pervenute. Io m'ingegnerò di batterla, per quanto il ſuggetto me lo permetterà, nulla però promettendo della buona riuſcita. Procederò dunque paſſo paſſo, e farò primieramente parola delle proprietà naſcenti dall'eſtenſione, indi di quelle, che dall'impenetrabilità immediatamente dipendono. Quinci mi ſi aprirà l'adito di ragionare delle ſecondarie, cioè del moto, delle forze vive, e morte, e delle reſiſtenze. Per ultimo parlerò delle affezioni de' corpi in particolare, almeno delle più note, e comunali, che dal combinamento delle generali riſultano.

CAPITOLO SECONDO

Della diviſibilità della materia.

I.

MEſſe da parte le altre proprietà de' corpi, alla ſola, e nuda eſtenſione preſentemente mi attengo, la qual in ſe ſteſſa le ſue parti comprende o ſeparate, o ſeparabili, e conſeguentemente tra loro diſgiunte, ed una accoſto all'altra, e fuori dell'altra. In queſto ſecondo, e nel terzo la farò da geometra, e nel quarto, e ne' ſeguenti veſtirò la perſona di fiſico. Non ſi cerca già, ſe la materia corporea ammetta diviſione, eſſendo la coſa troppo manifeſta, ma bensì a qual termine arrivi la ſua diviſibilità. Un corpo non è mai tanto grande, che ad eſſo nuova materia aggiungere non ſi poſſa, nè tanto minimo, che poſſa dirſi pervenuto all'ultima diviſione.

Stimò Zenone, che l'analiſi andaſſe a finire nell'individuo, onde di punti non eſteſi l'eſtenſione ſi componeſſe. Conobbe Ariſtotele, che la partigione progrediva all'infinito, ma ſecondo lui ſolamente in potenza, alla qual eſpreſſione ſi può adattare un ottimo ſenſo. Alcuni abborriſcono tutto

ciò

ciò, che risente dell'infinito, spacciando per contraddittorie le grandezze, che per un verso poggiano all'infinito, e per l'altro discendono all'infinitesimo. Il Nievvenzit riceve le quantità infinitamente menome del primo ordine, e computa tra i meri nulla le altre tutte di grado più rimoto.

Oggi dì si sono dileguati gli scrupoli, e le predette magnitudini oltre ogni limite crescenti, o decrescenti, le quali ai diversi innumerabili ordini degli infiniti, e degli infinitesimi appartengono, si maneggiano con franchezza, e si riducono a calcolo a pari delle finite. Vengono in conseguenza ad uso nello scioglimento de' più ardui problemi della Geometria, e della Fisica: sebbene l'incomparabile Leibnizio, cui si debbe certamente la lode, d'averne prima d'ogni altro pubblicato l'algoritmo, ed insegnato il modo di speditamente adoperarlo (disputandosi tutta via dell'invenzione) non si arrischiava, giusta la graziosa espressione del Signor Fontanelle, di prender alloggio nella casa, ch'egli s'avea fabbricata.

II.

Tolta a considerare la trina dimensione nella sua semplice idea, e per nostro modo d'intendere, prima che venga ridotta a sistema, e quale cade sotto la ispezione del geometra, il partimento inesauribile della materia è certissimo. Fra le molte dimostrazioni, che addurre potrei, piacemi sopra tutte quella, che leggesi nelle Istituzioni analitiche della Contessa Donna Maria Gaetana Agnesi. C'insegna Euclide nel libro decimo, che si danno le quantità incommensurabili, cioè tali, che non si ponno esattamente misurare da una comune assegnabile grandezza, per quanto picciola ella si assuma. Quindi è facile a provarsi, che due linee, per esempio il lato, ed il diametro d'un quadrato, non sono fatte assimetre da una lineetta data e finita: altrimenti accaderebbe, ch'essendo di lor natura incommensurabili, per via d'una supposizione contraddittoria fossero amendue misurate da una determinata linea del genere delle finite. Per la qual cosa l'assimetria dimostrativamente proviene dalle quantità minori di qualunque data, o sia infinitesime. Proseguendo il discorso, i quadrati delle assegnate due rette si rispondono in proporzione razionale, come $1 : 2$: e perchè sono irrazionali le basi, e come $1 : \sqrt{2}$; si deduce, che le aje sono ridotte commensurabili da un quadrato infinitamente minimo, il quale appartiene alle fluzioni del secondo ordine. Parimente i cubi, che tornano ad essere assimetri in ragione di $1 : 2\sqrt{2}$, tali si rendono da un cubo di base inassegnabile, viene a dire da una terza differenza, e così di mano in mano, scorrendo per tutte le potestà pari ed impari. Istituite poscia le debite analogie, prendendo una terza proporzionale alla prima infinitesima di qualsivoglia grado, ed alla seconda finita, ci si presentano gl'infiniti di varie innumerabili classi, uno dell'altro infinitamente maggiore. In tal guisa si discende all'infimo, e si monta al sommo nella divisione, e nell'accrescimento della materia: senza che mai all'uno, e all'altro estremo prevenir si possa.

III.

Prima d'inoltrarmi deggio esaminare una strana immaginazione del Signor Fontanelle celebre segretario della Reale Accademia delle scienze di Parigi. Oltre le grandezze finite, e d'ogni grado infinitesime, ed infinite, egli ne ha introdotta una quarta spezie, cui dà nome di finite indeterminate. Al vocabolo di nuova stampa nessuna idea corrisponde, e l'origine dell'inganno in ciò consiste, che mal si suppone, essere il finito immediatamente vicino da un lato al primo ordine degli infinitesimi, e dall' altro al primo degl'infiniti; di modo che per far transito dal mezzo ad ambo gli estremi, non s'abbia a movere salvo, che un passo. Troppo più lunghissimo viaggio di quello, che il citato Scrittore si pensa, hassi ad intraprendere in seguitando le vestigia d'una grandezza finita, la quale continuamente crescendo, va a terminare nell'infinito, ovvero successivamente estenuandosi perviene all'infinitesimo. Dall'uno agli altri generi di tali magnitudini eterogenee non si passa, se non se per una progressione di termini innumerevoli parte finiti, e parte infinitamente grandi, o piccioli d'infiniti ordini. E siccome non può assegnarsi l'ultimo numero fra i finiti, o l'ultima frazione della medesima spezie; atteso che coll'adizione per un verso dell'unità, e per l'opposto della frazione immediate prossima si farebbe il gran salto dal finito all'infinito, o all'infinitesimo; così è un massimo inconveniente il presumere di ristringere fra suoi limiti le due prime classi della quantità, una minore, e l'altra maggiore di qualunque data.

Piglio sotto gli occhi un esempio addotto dall'Autore Francese. Sia la serie d'unità, che mai non finisce: la sua sommatoria è una progressione di numeri naturali, che dopo aver valicati i confini del finito, nell'infinito si perde. Io non so tener dietro all'andamento di questa serie, la quale da mente umana non può essere se non se confusamente capita. Fingo però d'aver fatto il volo, seguitando i principj del Signor Fontanelle, al primo genere degl'infiniti, uno de'quali espongo per la spezie ∞. Ora egli così la discorre. Mettasi tra l'unità ed ∞ una media proporzionale $= \sqrt{\infty} = \infty^{\frac{1}{2}}$: e se questa quantità, che del primo infinito ∞ è infinitamente minore, atteso l'analogismo $1 : \infty^{\frac{1}{2}} :: \infty^{\frac{1}{2}} : \infty$, fosse anch'ella infinita; interverrebbe, che ∞, non appartenesse alla prima classe degli infiniti, ma ad un altra di lunga mano superiore: con che si distrugge l'ipotesi. Per la qual cosa la grandezza $\infty^{\frac{1}{2}}$ sta dentro i confini del finito: e perchè non è assegnabile, e di natura diversa dai numeri determinati; vuol esser collocata tra que'finiti, cui piacque all'Autore di appellare indeterminati.

Ma se la supposizione, che alle quantità finite succedano prossimamente le prime infinite, e le prime infinitesime, contiene in se stessa l'assurdo; non

è

è maraviglia, che fano del pari ripugnanti le conſeguenze. Non ſi comprende, qualmente in una proporzione di tre termini i due primi ſieno finiti, ed il terzo infinito. Oltre che dimando, ſe la grandezza $\infty^{\frac{1}{2}}$ relativamente all'unità aſſunta è maggiore di qualunque data? Mentre mi venga riſpoſto che sì, io la ripongo ſenza eſitazione nell'ordine delle infinite; mercè che fra l'una, e l'altra eſpreſſione i Geometri non ci metton divario. Se poi mi ſi dice di nò, egli è un paradoſſo, che una linea, o un numero, che di qualſivoglia dato non è più grande, alzato alla ſeconda dignità, poggi all'infinito.

Potrei venire più alle ſtrette, e moſtrare, che il Signor Fontanelle nelle ſue aſſerzioni patentemente ſi contraddice. Egli dietro la ſcorta de' matematici, e dalle loro dimoſtrazioni convinto, ammette, che ſia realmente infinita la ſomma d'una ſerie armonica di frazioni infinitamente continuata, e reciproca alla progreſſione aritmetica de' numeri naturali. Ora è facile a provarſi, che la quantità $\infty^{\frac{1}{2}}$, con tutte le altre, ch'anno per eſponente una frazione finita minore della unità, per eſempio $\infty^{\frac{1}{3}}$, $\infty^{\frac{2}{3}}$ &c. ſono alla ſuddetta ſerie armonica in proporzione maggiore d'ogni aſſegnabile; dunque confeſſando il noſtro Autore, che la menzionata progreſſione compoſta d'infiniti termini è infinita, ſi danno degl'infiniti del ſuo primo infinito ∞ infinitamente minori, i quali non ſono già finiti indeterminati: lo che doveaſi dimoſtrare.

IV.

Io mi ſono più del biſogno perduto dietro le viſioni del citato Analiſta, fondate ſull'abuſo d'un vocabolo. Abbiaſi per iſtabilito, che qualora l'intelletto conſidera una grandezza creſcente, o calante, ſenza mai metterci limite, entra egli nelle regioni degl'infiniti. E quando ſtima d'eſſerci giunto, ſe non ſi volta indietro, non ſi accorge d'avere con un ſalto traſcorſi oceani innumerabili, che non an lido. Fermiamci ſu quella claſſe degl'infiniteſimi, che comunemente prima ſi appella, e ſuole ſegnarſi per la ſpezie dx, alla quale corriſponde il ſuo particolare infinito, facendo $dx : 1 :: 1 :: \frac{1}{dx} = \infty$. Egli è certo, che moltiplicando, o dividendo tanto l'infiniteſima dx, quanto l'infinito ∞ per qualſiſia numero finito n, intiero, o rotto, irrazionale, o traſcendente, non uſciremo dai confini delle predette quantità nè per un verſo, nè per l'altro: ma tutte ſaranno abbracciate da un genere di ſua natura determinato, e tante nè più, nè meno, quante ſono le grandezze finite.

Quinci ſi rende ragione, per cui tal una delle differenze dx, e taluno degli infiniti ∞ poſſano aſſumerſi ſiccome coſtanti, e facciano bene ſpeſſo fi-

figura di unità; avvegnachè, conforme l'unità ſta di mezzo nella ſerie delle grandezze finite d'eſſo lei maggiori, e minori, e moltiplicando, o partendo qualſivoglia numero intero, o rotto non apporta alterazione di ſorta; così mantiene il ſuo privilegio, mentre ſi ſolleva a far comparſa fra gl'infiniti, e gl'infinitesimi.

V.

Ma ſe il numero n traſcende le quantità finite o aumentandoſi, o diminuendoſi, il prodotto ndx entra in paeſi incogniti, nè ſi ſa a qual poſto preciſamente monti, o diſcenda; imperciocchè, giuſto il valore di n, può eſſere finito, ed infinitamente picciolo, o grande d'infiniti generi. Sia $n = \infty^{\frac{2}{2}}$, ed abbiaſi $\infty^{\frac{1}{2}}. dx = dz$, ed alzati ambo i membri della equazione al quadrato $\infty\, dx^2 = dz^2$: ma per la premeſſa ſuppoſta analogia $\infty\, dx = 1$; dunque $dx = dz^2$, o ſia $dx^{\frac{1}{1}} = dz = \infty^{\frac{1}{2}} dx$, e conſeguentemente $1 = \infty^{\frac{1}{2}}. dx^{\frac{1}{2}} = \infty\, dx$. Paſſando poſcia all'analogiſmo, $\infty : \infty^{\frac{1}{2}} :: dx^{\frac{1}{2}} : dx$: ma il primo termine è del ſecondo infinitamente maggiore; dunque anco il terzo del quarto. Si danno per tanto delle fluſſioni, che quantunque minime, ed inaſſegnabili per rapporto alle quantità finite, appartengono però ad un ordine d'infinitesimi infinitamente più grandi di quelli, che per dx ſi eſpongono, e mal ſiccome primi ſi adottano: la qual oſſervazione ſi applichi agli infiniti di grado diverſo $\infty^{\frac{1}{4}}$, $\infty^{\frac{1}{1}}$ &c., che ſono fra loro incomparabili, ed amendue reſtano dall'infinito ∞ infinitamente ſuperati.

Appreſſo piglio anzi gli occhi la proporzione $\infty : 1 :: dx : \frac{dx}{\infty}$, ed in tal guiſa pervengo a quegli infinitesimi, cui ſi dà nome di ſecondi, e potrei progredire ai terzi, ai quarti, e così all'infinito. In queſto mentre s'io divido la prima fluſſione dx per la poteſtà imperfetta $\infty^{\frac{1}{n}}$, colla condizione, che n ſia un numero intero; non ci vuol molto a dimoſtrare, che le quantità tutte innumerabili eſpoſte generalmente per $\frac{dx}{\infty^{\frac{1}{n}}}$ ſono infinitamente più picciole di dx, e di $\frac{dx}{\infty}$ infinitamente più grandi. Per la qual coſa fra gli elementi chiamati primi, e ſecondi ſi danno ſenza fine delle grandezze inaſſegnabili intermedie, che ad altri ordini d'infinitesimi appartengono, e ſono come

me altrettanti impercettibili gradi, per cui dal primo al ſecondo ordine ſi diſcende, o per l'oppoſto ſi aſcende. Ma di ciò abbaſtanza; atteſo che ſpianata una volta la ſtrada, coloro, che del calcolo differenziale, e ſommatorio anno buona pratica, vedono chiaramente, dove vada a riuſcir la faccenda.

VI.

Quello che più importa sì è, che fa d'uopo ſtar in guardia, e non laſciarſi ſedurre dalla mala intelligenza delle parole. I menzionati generi d' infiniti, ed infinitesimi, tenuti fermi i nomi, quantunque improprj, per cui ſiamo ſoliti a contraſſegnarli, mentre colla debita circoſpezione ſi adoprano, in neſſun modo turbano i computi analitici, nè le concluſioni indi dedotte. Nulla rileva, che fatto il viaggio, o piuttoſto il ſalto, ed il volo dalle grandezze finite alle infinitamente menome del primo grado, e da queſte a quelle del ſecondo, e così di mano in mano, da noi ſi ſappia in qual provincia, per così eſprimermi, ci ritroviamo. La curioſità è vana, e dannoſa, ed il venir a capo dell' inchieſta è aſſolutamente impoſſibile. Per la qual coſa dobbiam fondare le noſtre idee, ed i noſtri diviſamenti ſopra una baſe ſtabile, che qualunque volta ſi concepiſce una quantità infinita, variabile ricreſcere riſpetto ad un altra per un elemento minore di qualſivoglia dato, ed inaſſegnabile, ſia pur eſſo di che natura eſſer ſi poſſa, ed a qualſiſia ordine d'infinitesimi appartenga; ſempre mai ci ſi parano innanzi differenze del primo grado, e ſiccome tali vogliono eſſere maneggiate. Il principio è comune; e ſimilmente ſe due prime fluſſioni, non ſi riſpondono in qualunque data proporzione, ma ſi accoſtano talmente all' egualità, che differiſcono per una quantità ad entrambe incomparabile, queſta, ſenza penſare più oltre ſi dica differenza ſeconda, e ſi applichino ad eſſa le regole a tal grado di magnitudini dagli Analiſti aſſegnate. Stendendo poi la rifleſſione medeſima ad altre di genere più rimoto, ci verrà fatto di formarcene un chiaro, e non ambiguo concepimento. Non ſi badi punto a qual gradino ſiam giunti nella ſcala degl' infinitesimi; imperocchè le loro ineſauribili progreſſioni con paſſi numerati non ſi miſurano, ed il fingerſeli ſiccome primi, ſecondi, e terzi, per modo che un ordine d'eſſi col più vicino immediatamente confini, mentre non ſi uſino i numeri colle precauzioni teſtè ſtabilite, è una illuſione della fantaſia avvezza ad accomunare all'inaſſegnabile le proprietà del finito.

VII.

Per dar maggior riſalto alla verità, giova il conſiderare le grandezze finite indeterminate ſiccome fluenti. Sia la curva regolare ACE (Figura 1.) colle due ordinate BC, DE diſtanti per la data BD, onde la lor differenza FE ſia parimente finita. Cammini la BC parallela a ſe ſteſſa, e ſempre più ſi accoſti alla DE, aumentandoſi paſſo paſſo, conforme richiede l'indole della curva. A tutti è paleſe, che quando l'applicata BC alla DE eſattamente

ſi ſovrappone, ſi ravviſa fra eſſe una perfettiſſima egualità. Ma qualora, giunta BC nel ſito GH, ſono nell'atto proſſimo di congiungerſi, e non ſi poſſono dire nè ben diſtinte, nè bene accoppiate; in tal caſo l'uguaglianza ſi cangia in adequazione, atteſo che l'ordinata DE ſupera la GH per il divario IE, che dell'una, e dell'altra è incomparabilmente più picciolo.

Chiamando giuſto il ſolito l'aſſiſſa AG x, e l'applicata GH y, ſarà GD, ovvero $HI = dx$, $IE = dy$, ed $HE = dz = \sqrt{dx^2 + dy^2}$; laonde il triangolo evaneſcente HIE ſi compone bensì di lati infinitesimi, ma i ſuoi tre angoli ſono per lo più finiti, ed aſſegnabili, ed in conſeguenza i lati ſteſſi ſi riguardano con una data ragione. In queſto mentre non ripugna, che la retta GH colla regola preſcritta ſeguiti il ſuo viaggio, e ſi adatti alla poſizione KL, per guiſa che KD ſia minima riſpetto GD, ed ME riſpetto IE. Ed in vero non eſſendo per anco le due ordinate GH, DE inſieme unite e, per così dire, incorporate, la diviſibilità indefinita dell'eſtenſione, che non ha limite, e diſcende per tutta la ſcala delle grandezze infinitesime, permette, ch'eſſe ſempre più da vicino ſi appreſſino. Non per tanto le due lineette LM, ME, ſi aſſumono in figura di primi elementi, e vanno contraſſegnate colle medeſime ſpezie dx, dy; concioſiachè i varj ordini delle quantità infinitamente picciole non recano ſconcerto di ſorta alle operazioni analitiche, ed alle geometriche dimoſtrazioni.

E' ſempre vero, tirata la tangente EN, che i tre triangoli EML, EIH, EDN ſono adequatamente ſimili, e che ſtanno ſalde le analogie LM : ME :: HI : IE :: ND : DE. Per la qual coſa nelle fluſioni, che non ſi ſanno collocare in una particolare claſſe d'infinitesimi, nè determinata, nè determinabile (conſiſtendo la lor natura nel fluire, e nel continuamente decreſcere tra i confini del finito, e del nulla) non ſi conſidera la grandezza, ma ſemplicemente la lor mutua relazione; baſtando, che le prime differenze ſieno incomparabili colle quantità date, e le ſeconde colle prime, non dovendoſi tener conto a qual grado d'infinitamente minimi ſucceſſivamente pervengano.

E di fatto frequentemente interviene, che nella medeſima curva i primi elementi, dai quali ſe ne determina l'andamento ſieno fra loro in proporzione o maggiore, o minore di qualunque data. Abbiaſi (Figura 2.) il quadrante di cerchio AED, il cui raggio AD ſi divida in menome innumerabili particelle uguali: due ſe ne ſegnino all'eſtremità, cioè Ao, KD, e la terza BQ verſo il mezzo. La poſizione delle tre toccanti, una al punto S, che va a congiungerſi coll'aſſe DA prolungato, l'altra che ad eſſo è perpendicolare nel punto A, e la terza, che paſſa per E, parallela all'aſſe medeſimo, fa sì, che gli elementi CR, RS ſiano in ragione data, che Ao ſia infinitamente minore di oP, ed all'incontro LM infinitamente maggiore di ME. Non oſtante ciò, tanto gl'incrementi delle aſſiſſe, quanto quelli delle ordinate ritengono le loro denominazioni dx, dy, e nella claſſe delle prime differenze legittimamente ripongonſi. La formola generale delle ſuttangenti $\frac{ydx}{dy} = s$ verrà ugualmente ad uſo e ne caſi intermezzi, e negli eſtremi.

mì. Ridotta all'analogia $dy : dx :: y : s$, se $dy =$ ME è infinitamente picciola per rapporto a $dx =$ LM, anco l'ordinata LK $= y =$ al raggio ED sarà tale rispetto alla sottotoccante infinita. All'incontro, se la PO $= dy$ supera infinitamente l'assissa AO $= dx$; del pari la stessa PO alla suttangente $= s$ avrà una proporzione maggiore di qualunque data, e la linea retta normale all'asse, che passa per il punto A, toccherà la curva nel detto punto.

Mi si chiederà, qualmente l'applicata PO possa esprimersi per l'assissa AO, cioè per dx. Piglio per mano l'equazione locale del circolo: $2x - x^2 = y^2$ esponendo il raggio AD per l'unità. Essendosi stabilita AO $= dx$, regolo la formola su questa ipotesi, ed ho $2dx - dx^2 = y^2$. E perchè nel primo membro il secondo termine dx^2 svanisce, siccome incomparabile al primo resta l'espressione $2dx = y^2$, o sia $\sqrt{2dx} = y$. Per la qual cosa il valore dell' ordinata OP appartiene ad un genere d'infinitesimi infinitamente maggiori di quelle quantità minime dx, che prime si appellano. Ma di tali ordini di grandezze ho superiormente tenuto discorso, ed ora ne adduco un geometrico esempio.

VIII.

Non vogliono essere messe in dimenticanza le differenze seconde, pigliandosi da queste la norma generale di maneggiare le terze, e le quarte, e le altre tutte più lontane all' infinito. Nell'asse AD della curva ACE (Figura 3.) si assumano due elementi BG, GD vicini ed eguali, e condotte le tre ordinate infinitamente prossime BC, GH, DE, l'ultima delle quali protratta si unisca nel punto L colla secante CHL. Essendo simili, ed eguali i triangoli CFH, HIL, saranno uguali i lati FH, IL, e la intercetta EL, sarà la differenza fra le due prime flussioni FH, IE, la quale poggerà al secondo grado, siccome d'ambo esse prime infinitamente più picciola: lo che si dimostra per via de'raggi combacianti. Esponendola dunque per la spezie $\mp ddy$, secondo che la curva volta all' asse AD il concavo, ovvero il convesso, si noti essere in primo luogo affatto indifferente, che si prenda in qualità di costante, o la BG $= dx$, o la FH $= dy$, o l'arco CH $= dz$, o qualunque altra flussione più composta del primo grado, o finalmente, che s'istituiscano i computi, senza valersi delle costanti. Tutte le predette posizioni tornano allo stesso, e ben adoprate, giusto le regole dagli Analisti prescritte, ci danno le conclusioni medesime.

Secondariamente la proporzione, o l'egualità, che passa fra due elementi della medesima classe, non resta in conto alcuno alterata, mentre all' uno, o all'altro di essi si aggiunga, o si levi una qualche grandezza spettante ad un genere più lontano. Nella curva AHE si segnino i due punti infinitamente prossimi H, E, dai quali si tirino le due toccanti HT, EN, che saranno fra loro, se non se uguali almeno adeguate, tutto che differiscano per le due flussioni HE + UN. Col surrogare a tempo e luogo in vece dell'ugualianza l'adequazione si rende oltre modo agevole. e compendioso il calcolo differenziale, e sommatorio.

In terzo luogo guardiamci ſopra tutto dal confondere inſieme la poſizione di quelle linee, che determinano la proporzione, o la grandezza degli elementi di qualunque ordine eſſer ſi vogliano, i quali nelle noſtre ricerche vengono ad uſo. Dappoichè ſi è ridotto a perfezione il computo, nel trattare le prime differenze ſi è proceduto con franchezza. Ma in ciò, che concerne il maneggio aſſai più difficile delle ſeconde, il Signor Dottor Giuſeppe Suzzi primario Profeſſor di Fiſica nella Univerſità di Padova, e mio ſtimatiſſimo Amico in alcune ſue lettere a me indiritte ci ha fatti accorti, che parecchi valentuomini dalla malagevolezza della materia, non ſi ſa come, ſi ſono laſciati ingannare.

Si credettero eglino, che prorogato l'arco inaſſegnabile CH aſſunto in figura di linea retta, o per parlare più eſattamente la corda CH verſo L, veniſſe queſta a confonderſi colla retta toccante la curva nel punto H. Sin a tanto che ci tratteniamo nelle prime differenze la coſa va bene, e lo sbaglio è incomputabile, perchè l'adequazione ſalda le partite. Quando poi i problemi richiedono, che ai ſecondi elementi facciam paſſaggio, l'errore ſi manifeſta, e biſogna accuratamente diſtinguere la poſizione della ſecante CHL da quella della vera tangente HM; concioſſiachè tanto è lontano, che le due rette HL, HM coincidano, quanto che queſta divide per mezzo l'angolo LHE, e taglia fuori l'intercetta ME, che non è già la ſeconda differenza di dy, ma ſolamente la ſua metà, ed in conſeguenza $= \mp \frac{ddy}{2}$

Ora deſcrivendoſi da un mobile la curva AHE in virtù di due differenti impreſſioni una, che lo ſpigne per la toccante HM, e non mai per la ſecante HL, e l'altra che lo accoſta alla curva per lo ſpazio menomiſſimo ME; non ſi può a queſto ſoſtituire l'altro LE ſenza incontrar nell'aſſurdo, che ſi prendano per una ſola due quantità dello ſteſſo genere, che ſono fra loro in proporzione doppia. Per la qual coſa conſiglierei il Geometra, che entra nella regione de' ſecondi differenziali a conſiderare le curve compoſte di minimi archi circolari, piuttoſto che come poligoni di lati infiniti, ed a far uſo de' raggi oſculanti.

Non è mia intenzione di fermarmi di propoſito ſu i Canoni, che danno norma al calcolo delle grandezze infinitamente picciole di tutti i gradi, avendo a ſufficienza fatto parola delle varie innumerabili diviſioni, di cui la materia è capace, ed indicatene con brevità le regole, qualmente deggiano inſieme paragonarſi. Soggiungo intorno gl'infiniti, che ſe ſi riſpondono in ragion data, appartengono allo ſteſſo genere, e ſoggiacciono alle leggi delle quantità finite. Che ſe la differenza conſiſte in una grandezza finita, ſi pigliano ſiccome eguali, o adeguati. E queſti tal fiata non ſono da traſcurarſi, perchè una qualche recondita, e ſtupenda verità ci paleſano. Per eſempio il divario fra due conoſciute ſerie armoniche all'infinito in frazioni continuate, ed ambo di ſua natura infinite, ſi dimoſtra eguale all'area d'un dato circolo, o d'una iperbola. Se poi una magnitudine infinita è dell'altra incomparabilmente più grande, non ſi fa tranſito dalla minore alla maggiore, ſenza paſſare per ordini d'infiniti innumerabili, che ci ſtanno di mezzo.

IX.

Mi ſi permetta di ſvagare alquanto coll'aggiungere un corollario: ed è, che la diviſibiltà illimitata della materia, che ſcorre per tutti i gradi delle quantità minime, ſi oppone direttamante alle monadi Leibniziane. L' eſtenſione corporea, di cui è formato un cubo palmare, è ſoſtenuta dagli elementi, che ſi dicono di Natura, non eſteſi, ed indiviſibili, ma fra loro diſtinti, e numerabili; atteſo che di molte monadi una monade non ſi compone. Dimando quanti individui ſi adoperino a produrre il ſuddetto palmo cubico, giacchè la materia, di cui conſta, non è ſoſtanza, ma un fenomeno ſoſtanziato a detta di Criſtiano VVolfio? Poco importa, che ſe ne aſſegni una moltitudine finita, o piuttoſto infinita di qualſiſia ordine; imperocchè eſſendo nel ſuo genere determinata, non può ricreſcere, nè minorarſi. Ma non ripugna, che la menzionata materia ſi divida, e ſi ſepari in un numero di particelle o finite, o infinitamente minime aſſai maggiore di quelle, che alle predette entità indiviſibili è ſtato accordato; dunque egli è neceſſario, che queſte unità ammettano una nuova partigione, e ſi moltiplichino a miſura del biſogno; o che a certi minutiſſimi corpicciuoli tocchi in ſorta la metà, od una qualunque porzione di monade; ovvero che ci reſtino moltiſſimi atomi materiali dalle lor monadi non ſoſtentati: ed in tal guiſa, quantunque non forniti della immaginata ſimplicità, paſſino ad eſſere vere ſoſtanze, o pure ſi dileguino in nulla.

Non ſo a quale partito ſieno gli avverſarj per appigliarſi. Diranno per avventura, che gli elementi Leibniziani ſotto qualunque magnitudine, eziandio menomiſſima di materia, ſono traſcendentemente infiniti, e tanti, che per quanto il corpo ſi partiſce, di gran lunga ſovrabbondano. A queſta ſpezie d'infinito aſſoluto niente ſi può aggiungere; perchè tale più non ſarebbe; e per conſeguenza da qual miniera ſi caverebbero le altre monadi, che attualmente ad altri pezzi di materia ſi ſottopongono? Nel ſeguente capitolo io dimoſtrerò eſſere onninamente impoſſibile, che le coſe capaci del più e del meno, ed in particolare il numero, poggino ad un infinito aſſoluto, e traſcendente. Le premeſſe illazioni, per qualſiſia verſo ſi guardino, ſuperano talmente i miei concepimenti, che io non ſaperei come dar il nome alla ſcuola del Leibnizio.

CAPITOLO TERZO

Che non perviene ſino al punto la diviſibilità della materia.

I.

GAlileo Galilei del metodo degl' indiviſibili primo ritrovatore, dai quali, ſiccome da ſemi, le nuove ſcoperte in Geometria pullularono, in adattando la ſua compendioſa maniera ad alcune propoſizioni per altra più malagevole ſtrada già dimoſtrate da Archimede; in uno ſtrano, e curioſo paradoſſo diede di petto, che brevemente ad eſporre mi accingo.

Sia (Figura 4.) il ſemicircolo ABC col rettangolo circoſcritto AF, e tirate dal centro D le rette DE, DF, abbiaſi il triangolo EDF. Girate tutte e tre le predette ſuperficie intorno l'aſſe BD, naſceranno tre ſolidi, cioè il cilindro AF, l'emiſpero ABC, ed il cono EDF. Quinci condotta ad arbitrio l'ordinata GIKH parallela al diametro AC, e congiunti i due punti D, I col raggio DI, ſi rifletta, che il quadrato DI, ovvero HG è uguale ai due quadrati IH, HD, o pure HK, atteſa l'uguaglianza delle due rette DH, HK; dunque il cerchio deſcritto col ſemidiametro HG, ſezione del cilindro, è uguale alle due ſezioni della ſemiſfera, e del cono, cioè ai due circoli generati dalla rivoluzione delle due linee HI, HK. E perchè in qualunque ſito dell'aſſe DB ſi prenda il punto, con un pari giro di diſcorſo la medeſima verità ſi dimoſtra; ne ſegue, che l'aggregato degli infiniti cerchj componenti il cilindro AF ſi trova eguale alle due ſomme di tutti i circoli, una delle quali coſtituiſce l'emiſperio ABC, e l'altra il cono EDF. Di conſeguenza per il metodo degl'indiviſibili il cilindro è uguale all'emiſperio, ed al cono preſi inſieme: ma il cilindro è triplo del cono; dunque ſta alla ſemiſfera in ragione ſeſquialtera.

Raccolgaſi per via di corollario, che levato da ambo i membri dell' egualità l'emiſperio ABC, reſtano da una parte il cono EDF, e dall' altra la ſcodella nata dal rotamento del trilineo EAIB circa l'aſſe DB, i quali ſolidi ſono fra loro eguali. Appreſſo ſi verifica, che la faſcia circolare deſcritta dal rivolgimento dell'intercetta IG s'eguaglia al cerchio del cono, il di cui raggio è HK. Ma quanto più ſi accoſtano alle baſe ADC, tanto le zone ſi fanno più ſtrette, ed i circoli del cono più piccioli; attalchè l'ultima di quelle va finalmente a terminare nella circonferenza, ch'ha DA per ſemidiametro, e l'ultimo di queſti nell'apice del cono, o ſia nel punto D; dunque il centro D è uguale alla menzionata periferia: lo che ec. Sopraffatto dalla ſtravagante concluſione il Sagredo, uno degl'interlocutori de'Dialoghi Galileani, ebbe a dire, non doverſi con inurbane oppoſizioni guaſtare una sì bella ſtruttura,

II.

II.

Messa sotto un altro aspetto la cosa, gl'inconvenienti si aumentano Intorno il centro A (Fig.5.) descrivasi il circolo BCDE, che col secondo cerchio minore FGHQ si divida per metà; onde questo sia eguale alla corona compresa dalle due circonferenze BCDE, FGHQ. Proseguiscasi la partigione, facendo, che il circolo interiore IKLP sia la metà dell'altro FGHQ, ed eguale alla zona esterna abbracciata dalle due periferie BCDE, MNOR, e si continui colla stessa regola all'infinito la suddivisione. E conciossiachè sottraendosi sempre quantità eguali da eguali, quelle che rimangono sono altresì eguali, ne nasce, che estenuata successivamente la fascia esteriore, per ultimo si confonderà colla circonferenza BCDE, ed impiccioliti sempre più i circoli interni, si ridurranno finalmente al centro A; dunque si darà egualità fra il punto A, e la periferia BCDE.

Perchè poi posso suddividere i circoli interiori per una parte, e qualsivoglia delle zone intermezze per l'altra, ovvero due zone prossime, o disgiunte a mia elezione; conchiuderò, che il punto A sia uguale a qualunque delle circonferenze, che nel vano del maggior cerchio, che non ripugna di ricrescere all'infinito, delineare si possono, e che queste tutte sieno parimente fra loro eguali, non ostante, che si rispondano in qualsisia proporzione assegnabile, e non assegnabile.

III.

Gli addotti assurdi ci fanno toccar con mano esserci un qualche vizio nel metodo degl'indivisibili, o vogliam dire degli eterogenei, conforme da alcuni Autori è stato denominato. Secondo me, il mancamento sta tutto nella suppofizione, per cui si passa con troppa franchezza da genere a genere di quantità. Malamente si assume, che i punti sieno gli elementi delle linee, le linee delle superficie, e le superficie dei solidi; imperocchè per quanto un corpo si parte, e torna a partirsi, della sua natura mai non si spoglia, e la trina dimensione conserva. Può ben concepirsi sminuzzato in atomi infinitamente menomi di qualunque ordine, ma tutta via corporei, e divisibili. Se il partimento va a finire nel punto, e nell' individuo, che è un infinitesimo assoluto privo di parti, e d'ulterior divisione incapace, ci si parano innanzi le ripugnanze, e le contraddizioni, delle quali ho testè ragionato. La considerazione si applica del pari alle superficie, ed alle linee, le quali benchè siano piuttosto quantità ideali, che vere, non vogliono però essere divise, salvo che in superficie, ed in linee.

Adoprata la opportuna correzione, svanisconо i paradossi Galileani; attesochè surrogate nel progresso della dimostrazione dell'Autore, in cambio delle grandezze superficiali, cioè in vece dei circoli del cono, e delle zone della scodella, i cilindri, ed i tubi cilindrici d' inassegnabile altezza (giacchè fra solidi, e non fra piani il paragone s'istituisce) si caveranno le medesime conseguenze immuni da qualunque sospetto d'errore: eccettuata

però

però quella, che facendo il punto eguale ad una data circonferenza, porta con seco l'assurdo. Finattantochè le sascie esterne, ed i circoli prossimi al centro saranno quantità di due dimensioni, quantunque menomissime, starà salda la loro eguaglianza dipendente dalla premessa costruzione, nè si opporrà ai principj geometrici. E vaglia il vero gl' inassegnabili accrescimenti, o diminuzioni d' una grandezza variabile seguitano la Natura del tutto, e perciò la linea si aumenta per via di lineette infinitesime, viene a dire x per dx, le superficie per gli elementi piani ydx, ed i corpi per le differenze solide $yydx$. Per la qual cosa il metodo Leibniziano, che contro questa legge inviolabile non pecca mai, va esente dai paradossi, e dai paralogismi, ed è stato meritamente preferito a quello degl' indivisibili.

IV.

Mi verrà opposto, che il Cavalieri, il Torricelli, e parecchi altri Valentuomini per tale strada anno scoperte verità importanti, ignote all' antichità, e dilatati, oltre ogni credere i confini della Geometria. Pare impossibile, che da un metodo fallace, e mancante siano nate moltissime legittime conclusioni. All' obbiezione mi faccio incontro, e dico, che i citati Scrittori anno conosciuti i difetti del metodo inculcando sopra tutto, che non si pecchi contro la diversità del transito, la quale consiste nel non istare ben inteśi alla varia posizione degli elementi.

Convengo, che si può far buon uso di tal maniera di procedere; ogni qual volta però fra gl' indivisibili, e le quantità differenziali, si mantiene la medesima proporzione. Nello schema del Galileo si dimostra, che le sezioni circolari del cilindro sono eguali alle analoghe dell'emisperio, e del cono, e tali sono eziandio i cilindretti elementari, che i detti solidi compongono, ed esauriscono; dunque come cerchj a cerchj; così cilindri a cilindri sotto pari minime altezze. Quindi non è maraviglia, che servendoci noi o de' piani indivisibili, o de' picciolissimi corpicciuoli, per provare l'assunto; se ne deduca la stessa stessissima conclusione, vale a dire, che il cilindro sia eguale all' emisperio coll' aggiunta del cono.

Appresso soggiungo, che il metodo del Cavalieri è mal atto a misurare le linee curve per via di punti, o le superficie, e i corpi per mezzo degl' indivisibili curvilinei. Chi non cammina con tutta la circospezione, e dell' avvertenza proposta si dimentica, cade facilmente in errore: ed io potrei chiamare al sindacato molti Autori per altro famosi, e delle scienze matematiche benemeriti, i quali in qualche incontro anno mostrato d' essere uomini. Mi so lecito di addurre il seguente esemplo.

V.

Descritto il quadrante di cerchio A B C (Fig. 6.) pongasi la retta C D normale al raggio A C, ed uguale all'arco C B, indi tirata l'ipotenusa A D compiasi il triangolo rettangolo A C D. Alla maniera del Cavalieri io dimostr o

moſtro, che il triangolo ſuddetto è uguale al quadrante. Pigliſi nell'aſſe AC il punto E a piacimento, e per il ſegnato punto E paſſi l'arco EH delineato col raggio AE, e la perpendicolare EF ordinata al triangolo: concioſſiachè le periferie ſimili ſono come i ſemidiametri, avraſſi CB: EH:: CA: EA; ma CA: EA:: CD: EF; dunque CB: EH:: CD: EF. Il primo termine dell'analogia per la coſtruzione è uguale al terzo; dunque anco il ſecondo al quarto, cioè l'arco EH uguale all'applicata EF: Verificandoſi ciò in qualunque ſito del raggio AC ſi ſegni il punto E; interverrà, che gli archi circolari EH, GI ec. ad uno ad uno ſaranno eguali alle corriſpondenti ordinate EF, GK; dunque tutti inſieme a tutte inſieme, e conſeguentemente il quadrante CBA uguale al triangolo CDA; lo che ec.

Muto ipoteſi, e procedo per via di elementi curvilinei. Fatto il rettangolo *cab* = al quadrato CA (Fig.6. e 7.) col ſemiaſſe minore *ac*, e maggiore *ab* s'intenda deſcritta la quarta parte *cab* d'un elliſſi apolloniana, il vano della quale ſia riempiuto d'infinite curve ellittiche ſimili, *lm*, *eh*, *gi* ec. Scelti i due punti *l*, *m*, ſerbata la premeſſa condizione, fra gli aſſi *al*, *am* ſpettanti alla curva *lm* ſi pigli la media proporzionale AL, e dal centro A ſi deſcriva il quadrante LM. Ci vuol poco a dimoſtrare, che gli ſpazj circolari CBA, LMA, e gli ellittici *cba*, *lma* a coppia a coppia ſono fra loro eguali; dunque tali ſaranno le due faſcie CBML, *cbml*. Ora, ſe ſtando ferma l'egualità delle zone dipendente dalla coſtruzione, s'anderanno eſſe ſempre più aſſottigliando, in maniera che paſſino dalle due dimenſioni ad una ſola lineare, e poſſano degenerar finalmente nelle due curve, CB, *cb*, che ſono gli elementi indiviſibili delle aree, giuſto i principj del metodo, di cui ragiono: s'avrebbe a conchiudere, che levando dall'una e dall'altra parte quantità ſempre uguali, le rimanenti, cioè le curve CB, *cb* foſſero fra loro eguali. Ma ſono altresì eguali i due quadranti circolare CBA, ed ellittico *cba*; dunque l'intiero cerchio, e l'intiera elliſſi ſono eguali d'aja, e circondati da perimetri eguali; dunque il circolo fra tutte le figure di pari ambito non è la più capace: il quale aſſurdo ſconvoglie dacapo a fondo la dottrina degl'iſoperimetri. Oltre che, ſe così foſſe, la rettificazione dell'elliſſi dipenderebbe da quella della periferia circolare, la qual conſeguenza non verrà menata buona da coloro, ch'anno penetrato più addentro nella interior Geometria.

Mi ſi dimanderà per qual cagione regge il metodo degli indiviſibili, qualora ſi tratta di miſurare il cerchio per mezzo delle circonferenze aſſunte ſiccome elementi dell'aree, e manchi poſcia, quando il modo medeſimo all'elliſſi, ed alle altre figure curvilinee ſi traſporta. Soddisfaccio alla richieſta col riflettere, che preſa la fluſſione CL = EG le due corone circolari CBML, EHIG ſono proporzionali alle loro baſi CB, EH. Per la qual coſa quantunque io non approvi, che ſi mettano in opera gli elementi eterogenei; non per tanto adempiuta la premeſſa condizione, le illazioni ſaranno legittime. Tutto all'oppoſto nella elliſſi, poſta *cl* = *eg*, le due zone minime *cbml*, *ehig* non ſi riſpondono in ragione delle curve *cb*, *eh*, che ſervono loro di baſe. In fatti s'io pongo la curva *bc* = alla normale

cd,

cd, e compio il triangolo *acd*, sarà vero, atteſa la ſimilitudine delle ellissi, che la curva *be* s'eguaglia alla corriſpondente ordinata *ef*; ma ſarà falſo, che l'aja del triangolo *acd* ſia eguale al quadrante ellittico *bca*. All'incontro meſſe uguali queſte due ſuperficie, gli elementi curvilinei *be*, *he* non ſaranno altrimenti eguali agli analoghi rettillinei *cd*, *ef*: condizioni, che amendue nel circolo ſi verificano. Non poſſiamo dunque, ſenza che s'inſinui il paralogiſmo, far tranſito da genere a genere di quantità, e valerſi delle linee ellittiche, in cambio delle ſuperficie.

VI.

Non ho creduto bene di riſparmiar le parole, raggirando la materia per ogni verſo, mentre ſi trattava di collocare in tutto il ſuo lume una verità importantiſſima, e fondamentale, che l'ultima analiſi della materia non va mai a finire nel punto. Le ripugnanze geometriche, le quali riſultano, ci convincono ad evidenza eſſere tale diviſione impoſſibile di quella rigoroſa impoſſibilità, che ſi dice aſſoluta, e metafiſica, che va accompagnata dalla contraddizione. Il corpo per qualunque partimento non laſcia d'eſſer corpo, e ſiccome in ſuperficie, in linee, ed in punti ultimamente non ſi riſolve, così de' predetti individui primieramente non ſi compone. Sono eſſi mere aſtrazioni dell'intelletto umano, il quale per agevolarſi il concepimento delle affezioni corporee, ſepara le tre dimenſioni lunghezza, larghezza, e profondità, mettendone in diſparte una, o due, che bene ſpeſſo a ſuo propoſito non vengono. Nè ſi può fare altrimenti; concioſſiachè, ſpecialmente nelle linee immaginarie, che per miſurar le diſtanze, condotte da luogo a luogo ſi fingono, a cagion d'eſempio dalla Terra al Sole, nulla rileva il conſiderar le groſſezze. E quando ſi ſtampa, per così dire, un triangolo in aria, congiungendo con tre rette i centri della Terra, della Luna, e del Sole, che importa a noi moſtrarci ſolleciti intorno la profondità di queſta piana ſuperficie?

Dirò di vantaggio, che ſebbene gl'indiviſibili, in qualunque modo ſi prendano, nè ſono in natura, nè ſono poſſibili; ciò non arreca pregiudizio di ſorta alla certezza della Geometria. Queſta ſcienza attribuiſce alle figure una perfezione, che non anno, e non ſono mai per avere; imperocchè ſe ſi deſſe una ſfera, un cono, un cubo eſattamente tali; farebbe d'uopo il portar avanti ſino al punto la partigione della materia. Punti individui ſarebbono il centro della ſpera, l'apice del cono, e le punte degli otto angoli ſolidi del cubo. Ma di ciò briga non ſi pigliano i Matematici, i quali ſapendo, che l'eſtenſione può partirſi in infiniti ordini d'infiniteſimi, e tal fiata ſiccome ſegni, e termini delle grandezze, anno il privilegio di ſcerre le quantità di quei generi, che meglio vengono a ſeſta. Una linea retta, o curva, ch'io m'immagino generata dal fluſſo del punto, e la diffiniſco una lunghezza ſenza latitudine, e profondità, ſarà, quanto baſta, acconcia alle geometriche dimoſtrazioni, ogni qual volta le due dimenſioni, dalle quali preſcindo, colla terza, cioè colla longitudine avranno una proporzione minore di qualſiſia data. Se la detta linea ſtarà dentro i limiti del finito,

to, ogni grandezza infinitesima di qualunque grado può far l'ufficio di punto, segnandone il principio, ed il fine, e le intersecazioni con altre linee del medesimo genere. Qualora poi la nostra linea si concepe come variabile, e si piglian di mira le sue differenze prime, e seconde, o di ordine più rimoto; egli è manifesto, che la quantità, la quale faccia figura di punto, si abilita sovente a diventar una linea, composta anch'ella de'suoi punti divisibili, tali però, che messi a confronto cogli assunti da prima, sono incomparabilmente più piccioli.

VII.

Dai principj stabiliti trae l'origine la licenza, che tutto dì si arrogano i Geometri di contemplare le linee curve, e conseguentemente le superficie, ed i solidi sotto varj aspetti. Una curva regolare frequentemente si trasforma in un poligono d'infiniti lati, o per via delle corde, che sottendono gli archi minimi, o per mezzo delle toccanti inassegnabili, che esternamente gli stringono. Tal fiata si finge essa curva composta d'innumerabili archi circolari, che la combaciano da varj centri, e con diversi raggi descritti. Non solo in ambo le ipotesi, che secondo le occorrenze vengono ad uso, ma in tutte le operazioni geometriche, ed analitiche, e specialmente nelle progressioni d'infiniti termini decrescenti, il matematico piglia sempre per iscopo il punto, e di conseguenza non mette mai sotto gli occhi della mente, se non se quelle quantità, e quelle figure, che suppone di aver ridotte all'ultimo stato di perfezione.

Ben è vero, come altrove ho provato, che nelle cose, le quali ammettono il più ed il meno, indarno si cerca l'ottimo, ed in ordine a ciò un cerchio a cagion d'esempio perfettissimo è un impossibile. Tuttavia se l'intelletto non comprende l'ottimo, con esaurirlo; s'ingegna niente di meno di afferrarlo, con accostarvisi. Per evitare i disordini di sopra esposti, nascenti dall'assurdo partimento della materia persino al punto indivisibile, concedasi, che non si può concepire una periferia circolare esattamente delineata, e che per quanto si divida, e si suddivida la materia, non si torranno di mezzo tutte le irregolarità; non è però impossibile conseguirsi, che i difetti all'infinito si vadano minorando. E perchè la minutezza delle parti non ha termine, e giunti che siamo ad un grado qualunque d'infinitesimi, non ci è vietato il passar oltre; la cosa si riduce a tale, che le mancanze, e gli errori sempre più estenuandosi, arrivano finalmente a dileguarsi, e, per così esprimermi, ad equivocare col nulla.

VIII.

Lascio addietro le grandezze inassegnabili, e spiego le vele per correre maggior acqua. Ho dimostrato nell'antecedente capitolo, che nulla ripugnanza s'incontra, in distinguendo innumerabili generi d'infiniti reciproci agli ordini altresì innumerevoli degl' infinitesimi. E chi bramasse formarsene

ſene una idea diſtinta, e geometrica, pigli per mano il Libro del P. Ab. Don Guido Grandi *de infinitis infinitorum* ſcritto contro il Signor Varignon, in cui ſi prova, che gli ſpazj aſſintotici delle iperboloidi eſpoſte dalla generale equazione $a^{n+1} = x^n y$ poggiano paſſo paſſo ad infiniti tali, che l'uno dell' altro è infinitamente maggiore. Ora nelle coſe quante atte nate a ricreſcere ed a ſcemare, conforme non ſi dà l' infinitesimo minimo; così neppure l'infinito maſſimo. Quello porrebbe fine al minimamento della materia; e queſto all'aumentazione: laonde, ſe porta ſeco contraddizione una particella così picciola, da cui qualche coſa togliere non ſi poſſa; da pari aſſurdo va accompagnato quel tutto, cui nulla ſi poſſa aggiungere. In ſomma la quantità è di tal natura, che nè per un verſo, nè per l' altro vuol eſſere fra limiti rinſerrata. Una eſtenſione, un numero, un tempo, una velocità, e che ſo io, aſſolutamente, e metafiſicamente infiniti ſono altrettanti impoſſibili.

E vaglia il vero, una sì fatta proprietà liberaliſſimamente alla moltitudine de' ſuoi atomi attribuiſce Epicuro. Ma gli Aritmetici ſanno, che il numero delle combinazioni, per cui poſſono gli atomi raccozzarſi inſieme è ſterminatamente più grande di quello degli atomi ſteſſi, e che la proporzione tanto più ſi allontana, quanto più ſi accreſce la moltitudine delle coſe, che in tutte le maniere poſſibili ſi accoppiano. Per la qual cauſa non accorderò mai, che la coppia degli atomi Epicurei monti ad un infinito ſupremo, mentre io ne aſſegno un altro d' eſſo lui infinitamente maggiore.

Coloro, i quali vorrebbono, che lo ſpazio nudo foſſe pure una qualche coſa, ſono neceſſariamente obbligati ad immaginarſelo immenſo, ed eterno, e d' una immenſità, e d'una eternità tale, di cui nè la più vaſta, nè la più lunga eſcogitare ſi poſſa. Agevolmente intendo, che la materia corporea fornita delle ſue proprietà giunga ſino ad un dato ſegno, oltre cui non ſi eſtenda: ma quando ſi tratta di preſcrivere i confini del vacuo, la fantaſia ſi perde; imperciocchè fuori d' eſſi ſe lo rappreſenta infinitamente continuato. Lo ſteſſo dicaſi del tempo, che, ingolfandoſi nella eternità, aſſorbe l'immaginazione. In tal guiſa giuſto il parere, o piuttoſto il pregiudizio di queſti filoſofanti, l'infinito ſommo, e metafiſico ſi è l'attributo del nulla.

Senza il ſoccorſo della Geometria non iſperino i Fiſici di formarſi un giuſto, e ſufficiente concetto dell'infinito, almeno per quanto alla fiacchezza della mente umana è conceduto. Prima di tutto ſi ſpoglino delle vecchie anticipazioni, e mettan da parte certe diſpute, che ad altro non ſervono, fuorchè a fomentare le loro immortali altercazioni. Quindi ſi laſcino perſuadere, che tutti gl' infiniti non ſono eguali, che mal ſi confondono i relativi con l'aſſoluto, e che ſiccome quelli inconveniente alcuno in ſe non contengono; così queſto ſi oppone alla natura della quantità, ed i ſuoi fondamentali attributi diſtrugge. Per ultimo non rallentino il freno alla fantaſia, e non permettano, che ne' noſtri diviſamenti eſſa ſottomet tta l' intelletto, ed acquiſti dominio ſulla ragione.

IX.

IX.

Dalla premeſſa incontraſtabile dottrina ſpunta un importantiſſimo corollario. Se repugna, che le coſe, nelle quali ha luogo il più, ed il meno, aſcendano all'infinito traſcendente; non ſuſſiſtono però gli aſſurdi, e le contraddizioni, qualunque volta eſſo ſi accoppia coll'unità, e coll'indiviſibile. L'intimo, ed inſeparabile ſentimento, per cui una ſoſtanza ſa di eſſere, e che coſcienza ſi appella, è certamente uno, ed individuo; perchè in molti non può partirſi. Ponghiamo, che ſia infinito quell'eſſere, che di ſe medeſimo è conſapevole, non ſolo ritien egli la prerogativa di eſſere perfettamente uno, ma, per noſtro modo d'intendere, acquiſta l'altra d'eſſer unico. Ed atteſochè a lui nulla può toglierſi, e nulla aggiungerſi, ſiccome a quello, che è fuori della linèa delle coſe quante, egli è infinito traſcendente, che non ammette uguale, non che maggiore. In lui tutte le perfezioni in grado eminente ſi accumulano, anzi tutte in una ſola ſi epilogano, ch'ei da ſe ſolo il ſuo eſſere riconoſce.

A me pare, che queſta idea cavata dal fondo dell'infinito, che di parti non è compoſto, ſia la più ſincera, e la più accercia a darci un qualche ſaggio della natura di Dio Ottimo Maſſimo, ſebbene alle menti umane per ogni titolo incomprenſibile. Le coſe limitate, ſiccome prodotte da un ente infinito, della infinità in qualche modo partecipano. Così la noſtr'anima d'innumerabili cognizioni è ſucceſſivamente capace, e tal fiata ſotto un canone, o formola generaliſſima infinite ne abbraccia: e la materia può infinitamente creſcere, e diminuirſi. All'incontro Iddio dotato d'una perfettiſſima indiviſibile unità eſclude da ſe gl'infiniti relativi, ed imperfetti di tempo, di numero, e d'eſtenſione, o per dir meglio tutti in ſe ſteſſo tranſcendentemente gli uniſce, e raccoglie, delle loro imperfezioni ſpogliandoli. Per la qual coſa egli è immenſo, e non occupa ſpazio; e terno, ma ſenza prima, nè poi; invariabile in ſe, e vario nelle ſue creature. Egli beato in ſe ſteſſo, e di ſe ſteſſo, e ſempre a ſe medeſimo preſente poſſede tutta inſieme una vita incommutabile, che non ha nè paſſato, nè futuro, nè principio, nè fine, ed in un indiviſibile eterno momento conſiſte.

CAPITOLO QUARTO

Che l' universalità delle cose è regolata da un sistema temperato.

I.

DEggio prevenire una dimanda, che mi potrebbe esser fatta, cosa intenda io sotto il nome di sistema temperato. Dico per tanto aver luogo il temperamento, ogni qual volta il prossimo si sostituisce all' esatto, e tolta di mezzo l' indifferenza, l' indeterminato viene opportunamente a determinarsi. Le Arti tutte inventate dall' umana sagacità, delle modificazioni si vagliono; conciossiachè non condurrebbono mai a fine i loro magisterj, se in ogn' incontro la massima perfezione si prefiggessero. Per non ingolfarmi in una farragine d' esempj, un solo dalla Musica ne piglio ad imprestito.

Due Modi riconoscono in essa i Maestri, uno per terza maggiore, e l' altro per terza minore, i quali usandosi separatamente cogli accompagnamenti alla loro origine, ed alla loro natura appropiati (sopra di che non occorre far presentemente parola) sono ambo perfetti nel loro genere, e di temperatura non an bisogno. Per ampliare la varietà dell' armonia, ed accrescere con ciò il diletto, fa di mestieri accoppiarli insieme: lo che agevolmente si ottiene; mentre essendo sette le corde diatoniche, in sei esattamente i predetti Modi convengono, ed in una sola per un coma discordano. Quinc' i sistemi musici temperati anno per iscopo di partecipare il menzionato coma, dividendolo, e distribuendolo in maniera, che i due Diatonici riescano all'udito adeguatamente giusti, ed a diverse basi appoggiandoli, nella medesima scala partecipata si uniscano. Si è preso dunque il partito di sconcertare le consonanze tutte per una parte appena sensibile del coma; piuttosto che addossare ad un solo intervallo il troppo notabil difetto.

II.

Il gran punto, che io prendo ad esaminare, si è, se l'Autore della Natura nel creare, e disporre la fabbrica dell' Universo siasi servito d'un sistema temperato, e se, attese le proprietà essenziali della materia, potesse fare altrimenti. Supposta per una parte la necessità metafisica, ed inevitabile del temperamento, il preferire per l'altra un sistema a tutti i possibili dipende certamente dal fine, e dall' elezione. Negli antecedenti Capitoli ho stabilito i principj, rimane, che nel presente io mi adoperi a cavare le conclusioni.

In

In prima io dico, che la materia non può mai conſeguir l'eſiſtenza, ſe non ſe per via di creazione. Il detto parerà coraggioſo perſino a coloro, i quali, ſebbene ammaeſtrati dalla Religione l'ammettono per vero, lo giudicano però indimoſtrabile. Sia da ſe la materia prodotta, e per uſcire alla luce non abbia biſogno dell'opera altrui; ne naſce di legittima conſeguenza, eſſer onninamente impoſſibile un pezzo di materia, che non eſiſta. Eſſendo ella d'una natura medeſima, e de' medeſimi attributi eſſenziali fornita, non ha maggior giuridizione di ridurſi all' atto in una parte, piuttoſto che nell'altra. E ſe così è, la materia eſiſtente non va riposta fra le quantità finite, e nè meno fra gli ordini delle infinitamente grandi, che da me ſi appellano infiniti relativi; perchè non ripugnano d'eſſere aumentati. Reſta dunque, ch' eſſa poggi ad un infinito aſſoluto, e ſupremo, di cui non poſſa darſi il maggiore, ed a cui nulla poſſa aggiungerſi. Ma queſta ſorta d'infinito alle coſe quante addoſſato porta con ſeco la contraddizione; adunque ripugna, che la materia abbia in ſe ſteſſa la prerogativa d'eſſere da ſe medeſima.

III.

Avuto in conſiderazione il tempo, ci ſi affaccia un pari inconveniente; atteſo che la materia nello ſteſſo ſtato mai non perſiſte, ed è ſoggetta ad innumerabili ſucceſſive alterazioni, le quali prendendo norma dal prima, e dal poi, e diſtinguendoſi in preterite, in preſenti, ed in future, ci ammoniſcono, che dal tempo ſi miſura la durata della materia. Ora cadendo il tempo ſotto la generale idea della quantità, io dimando, quanti ſecoli ſono corſi da che la materia per la ſua virtù innata è uſcita dal nulla? Se mi ſi aſſegna un epoca o finita, o pure relativamente infinita, chieggio, perchè non ſia nata avanti, perchè non dopo. Non arrivo a capire, che eſſendovi ſtata una ſtagione, quanto fa biſogno molto lontaniſſima, in cui la materia non c'era, ſia all'improvviſo ſpuntato quel feliciſſimo iſtante, nel quale ella ſi è diſpoſta a fare la ſua novella comparſa.

Si dirà forſe, non aver mai avuto cominciamento. Ed ecco di bel nuovo l'aſſurdo in campo; imperocchè conforme per un verſo è impoſſibile, che una ſoſtanza ſi conſervi per un ſolo indiviſibile momento, mentre il produrla, e l'annientarla ſarebbe una coſa medeſima; così per l'altro verſo agli enti, i quali alle mutazioni ſoggiacciono, non può convenire una eternità traſcendente. Oltre che, per dare un occhiata alla durazione aſſolutamente infinita, di cui ſi diſputa, fa d'uopo, che addietro io mi rivolga; mercè che, quantunque eſſa vada tuttavia ricreſcendo colla continua addizione d'anni, e di ſecoli; egli non è poſſibile, che l'avvenire mai ſi eſauriſca: particolarità, che nè punto, nè poco ſi accorda coll' infinito ſommo, e metafiſico. Per la qual coſa mal poſſono conciliarſi inſieme tempo ſucceſſivo, ed eternità permanente; richiedendo queſta, che ſi congiunga ciò, ch'è, con ciò, che fu, e che ſarà: privilegio ſupremo, e proprio ſoltanto di quella Coſcienza indiviſibilmente infinita, riſpetto cui il tempo colle ſue differenze ſvaniſce.

IV.

IV.

Aggiungaſi, che la materia non è una maſſa informe, ed immota. Eſſa è ridotta a ſiſtema, agitata dal movimento, ed in minutiſſime parti diviſa. Poſto che ſiaſi ab eterno da ſe medeſima generata, ci ſi para innanzi una inſolubile dubbietà, fino a qual ſegno cioè la ſua partigione pervenga. Concioſſiachè non potendo lo ſminuzzamento progredire in fino al punto, e fermarſi nell' indiviſibile, ſiccome a lungo è ſtato da me dimoſtrato, deducendo la coſa all'aſſurdo geometrico; chi ſaprà indovinare, qualmente ſiaſi la materia da ſe determinata a non ſortire dai limiti del finito, o pure da quelli d'un qualſivoglia ordine d'infinitesimi? Il gran principio della indifferenza, intorno cui nel primo libro ho impiegato un intero capitolo, non permette, che l'eſtenſione inerte, di diſcernimento incapace dia norma alla propria diviſione: altrimenti converrebbe addurre il motivo della ſcelta, impoſſibile ad allegarſi.

Ed in vero come mai può affettare una maſſa qualunque di ſuſſiſtere piuttoſto ſotto un partimento, che ſotto l'altro: ella, che per eſſere all' infinito diviſibile, ad ogni ſtato ſenza pregiudizio della ſua natura, e delle ſue fondamentali proprietà del pari ſi accomoda? Sarei curioſo, a qual ſutterfugio ſoſſero per ricorrere gli antichi Filoſofi, e taluno fra moderni, affine di uſcire da tal' impaccio. Appoggiati eglino al comune aſſioma, che il nulla non può abilitarſi a generar qualche coſa, non anno mai volto il penſiero alle difficoltà inſuperabili, naſcenti dalla indifferenza della materia. Poco loro coſtava, dietro la ſcorta, non già della ragione, ma della fantaſia il fingerla eterna, ed immenſa; e poi nulla badando, che la picciolezza alla grandezza è reciproca, anno riſtrette dentro i confini del finito le particelle, che la compongono. In tal guiſa adottarono una ſpezie di temperamento, ma ſol per metà, e rallentando la briglia alla immaginazione, ſpaziarono per l'eterno, e per l'immenſo. Trattandoſi poi di partir la materia, non venne loro penſato di valicar ogni limite, e di diſcendere fino al punto, trattenendoſi nelle regioni del finito ſenza render conto dell' arbitraria limitazione.

Se così adoperati ſi ſono, perchè in viſta delle loro ipoteſi la faccenda non dovea camminare diverſamente, oltre che non iſtà ſalda la congruenza, e l'analogia, ſono incorſi in una palpabile petizione di principio. Il peggio ſi è, che trovandoſi ſempre da capo, mal ſoddisfanno all' obbiezione. Credono eglino, che nelle grandezze finite, le quali alle noſtre comuni miſure con aſſegnabile proporzione riſpondono, non ſignoreggi l'indifferenza, e che eſſe ſieno rinſerrate da così anguſto circuito, che di determinazione non abbian biſogno? Piglio anzi gli occhi dell' intelletto il più minuto atomo Epicureo, che ſi ritrovi in natura, e me n'immagino alquanti per la metà, o per la quarta parte più piccioli. Con ciò non iſvago certamente fuori de' termini delle grandezze finite. Chi mi ſa render ragione, per cui eſſe nel ſeno del niente ſieno rimaſte, e la neceſſità, o il caſo non abbiano avuta forza di partorirle? Il punto ſta, che dove

do-

domina l'indifferenza, non ha luogo nè il neceſſario, nè il fortuito, e ci ſi richiede indiſpenſabilmente una cauſa determinatrice.

V.

E' veriſſima, ed incontraſtabile la propoſizione del Signor Loke acutiſſimo Metafiſico Ingleſe, che qualche coſa ſia ſtata da tutta l'eternità; imperciocchè ſtabilito un tempo, in cui nulla c' era, nulla in progreſſo ſi ſarebbe mai generato. E quì ha luogo in tutto il ſuo vigore il vecchio pronunciato, che del nulla, e dal nulla non ſi fa altro, che il nulla. Ma la materia, e le coſe tutte capaci del più, e del manco, e ſoggette a ſucceſſive mutazioni, la durazione delle quali ſi miſura per via del tempo, non anno in ſe tanto capitale da creare ſe medeſime; dunque da un Eſſere ſupremo traſcendentemente eterno, ed in conſeguenza aſſolutamente infinito deggiono riconoſcere la loro origine. Per cavarle fuori dall'abiſſo delle coſe meramente poſſibili, in paſſando dall'idea all' opera, atteſo che in altra maniera uſcire alla luce non ponno, ci vuole una Sapienza, che comprenda tutto il poſſibile, una Potenza, che a tutto il fattibile ſi eſtenda, ed una Libertà, che all'infinita indifferenza dia regola.

E perchè ſarebbe Iddio deboliſſimo, ſe poteſſe produrre l'impoſſibile, cioè fare, e diſfare nell'atto ſteſſo la coſa medeſima; abbiaſi per indubitato, che la materia da Lui creata non è immenſa, non aſſolutamente eterna, e non per fino al punto diviſa. Per la qual cauſa ha dovuto Egli limitarla con tre neceſſarie modificazioni. La prima riſguarda il tempo, che non può eſſere ſenza principio. La ſeconda piglia di mira la quantità, acciocchè non traſcorra all'immenſo, oltre i prefiſſi confini. La terza preſcrive norma alla diviſibilità, che non potendo giugnere all'indiviſibile, dentro i termini ſtabiliti viene a riſtrignerſi.

Ed ecco in che modo, e per quali ragioni s'introduca neceſſariamente nella Univerſità delle coſe il ſiſtema temperato. Ricerca il temperamento, che ſi abbandoni nella linea della quantità il maſſimo, e il minimo, ſiccome impoſſibili, e che vanno a finire nella contraddizione. Appreſſo le magnitudini all'uno, ed all' altro eſtremo infinitamente ponno accoſtarſi, ma non toccar mai la meta; laonde ſtanno ſempre nell'indeterminato, e niente mai ſi otterrebbe, ſe il loro fluſſo non ſi fermaſſe con una congrua determinazione. Ciò deriva in parte dalla natura della materia, che ſenza le debite limitazioni non può ſuſſiſtere, ed in parte dall'arbitrio del Creatore, il quale in ordine a' ſuoi fini ha eletta una coſtituzione di Mondo opportunamente partecipata.

VI.

Innumerabili generi di grandezze ſono tolte in mezzo dal punto, e dall'immenſo. L'inveſtigare di quali abbia Dio fatta la ſcelta, per valerſene nella preſente ſtruttura, egli è un' arrogante curioſità, perchè non debbe la mente umana conſapevole di ſua fiacchezza in queſto pelago, che

non

non ha fondo, ciecamente precipitarsi. Posso soltanto avvertire, che l'uomo, il quale nasce colla prevenzione di riputarsi la misura dell'universo, in qualunque altro mondo, sotto differentissime dimensioni fosse stato per avventura collocato, crederebbe se stesso finito, e finiti altresì tutti que' corpi, che al suo proprio con una data proporzione corrispondessero. Ciò senza fallo accaderebbe; mercè che, quando si tratta di noi medesimi, facilmente confondiamo il relativo coll'assoluto. Per altro il finito, l'infinito, e l'infinitesimo abbiansi per vocaboli atti solamente ad esprimere un semplice rapporto, che prende norma dall'unità, che si assume, o ci piace di assumere. Così io sono tutto quello, che voglio essere, ora grande, ora picciolo, e relativamente o massimo, o minimo, secondo le quantità, colle quali io mi metto a confronto.

Coloro, i quali si mostran vaghi di penetrare ne' più cupi ripostigli del possibile, m'interrogheranno, se Dio possa creare de' Mondi in data ragione al nostro; ovvero che del nostro sieno infinitamente più ampi, o più ristretti. Io per me non ci vedo ripugnanza; concioſſiachè, a cagion d'esempio, quantunque le linee rette, e curve, le superficie, ed i solidi facciano in tal ipotesi figura d'inassegnabili paragonati con quelli, ch'abbiam sotto gli occhi, non soggiacciono tutta via ad alterazione di sorta i numeri, le proporzioni, e gli angoli. I numeri si applicano bensì a quantità di genere diverso, ma pure per la serie naturale procedono: e lo stesso dicasi delle ragioni fra grandezza, e grandezza, le quali fondandosi sul più, e sul meno, da leggi immutabili vengono regolate. Appresso fingasi un triangolo infinitamente picciolo, o grande, sarà sempre vero, che i suoi tre angoli sono eguali a due retti. Per la qual cosa nel sistema, di cui ragiono, ed in qualunque altro sussistono nel loro vigore le verità eterne, vale a dire i teoremi della Geometria, ed i canoni dell'Aritmetica, e dell'Analisi. E sebbene le quantità integrali si suppongono inassegnabili, non ostante ciò dalle creature ragionevoli di quel menomissimo universo verrebbono considerate, siccome finite, e fluenti, e perciò si farebbe uso delle flussioni prime, e seconde, e di tutto ciò, che appartiene al calcolo differenziale, e sommatorio.

VII.

Io non niego, che in sì fatte participazioni totalmente aliene da' nostri concepimenti la fantasia assuefatta a dipingere in se stessa le immagini delle cose quante, che a noi come limitate si affacciano, si confonda, qual ora si sforza d'estenuarle in modo, che diventino infinitesime. Ma per agevolarsene l'intelligenza, fa di mestieri mettere attenzione, e ben fissare le grandezze, che respettivamente si assumono per unità. Ad ognuno è noto, che ne' movimenti uniformi, il tempo applicato allo spazio ci dà la velocità; onde proviene la volgar espressione $\frac{s}{t} = u$. Si rifletta, che i due membri dell'equazione sono due quantità eterogenee; avvegnachè lo spazio s, che si percorre, da una semplice linea ci viene rappresentato, e da un piano il pro-

prodotto del tempo t nella velocità u. Per tener ferma la legge degli omogenei moltiplico lo ſpazio s nell'unità eſpoſta per a, ed in tal guiſa ſi ha l'equazione compiuta $as = ut$, ed in conſeguenza l'analogia $a : u :: t : s$. Ora poſti 'l tempo t, e lo ſpazio s finiti, ſarà parimenti aſſegnabile la celerità u; eſſendo impoſſibile, che un corpo cammini uno ſpazio dato in tempo altresì dato, ſe non ſi muove con una velocità finita. Per ciò l'unità aſſunta a entra nell'ordine delle quantità finite, e non laſcierà d'eſſer tale, quand'anche il tempo, e lo ſpazio ſi conſideraſſero come creſcenti per le differenze dt, ds, ed in quel minimo aumento coſtante la velocità; concioſſiachè non c'è inconveniente, che tra due elementi minimi ci paſſi quella medeſima proporzione, con cui ſi rimirano due finite magnitudini. Di più ſe il tempo, e lo ſpazio infinitamente ricreſcono, poſſono tuttavia ſtar ſalde le due grandezze aſſegnabili a, ed u, e conſeguentemente il premeſſo analogiſmo $a : u :: t : s$.

In queſto mentre nel piccioliſſimo mondo l'unità, che per comune miſura ſi piglia, debb'eſſere infinitesima, e ſerbar corriſpondenza col tutto, e colle parti componenti. Ne la coſa può ſtare diverſamente; atteſo che, ſe la velocità u appartenеſſe ad una claſſe di quantità infinitamente più grandi dell'unità aſſunta; il mobile preſtiſſimo ſvagherebbe fuori de' confini del ſiſtema, e la noſtra coſtituzione di coſe ratto verrebbe a ſcioglierſi, e a diſſiparſi. Dello ſteſſo genere dovrebbon eſſere il tempo t, e lo ſpazio s, e per conſeguenza tutti e quattro i termini della premeſſa proporzione; perchè ſe ſi prendeſſero i due ultimi relativamente a' due primi in ragione, o minore, o maggiore di qualſiſia data; c'entrerebbe neceſſariamente la partecipazione a porci compenſo. Ma circa l'accoppiare inſieme nella medeſima ſtruttura quantità di ordini infinitamente lontani, ne faccio parola nel ſeguente capo verſo: ed intanto io noto, che fatto buon uſo dell'unità, tutte le noſtre formole portate all'infinito, o all'infinitesimo del pari reggono, e ſuſſiſtono.

Mi ſi opporrà, che ſpeſſe fiate la proporzione delle parti mal riſponde a quella del tutto; avendoci reſi avvertiti il Galileo, che la ſtatura degli animali, e delle piante non può ricreſcere oltre una certa miſura, altrimenti le oſſa, ed i rami ſotto il peſo ſi fiaccherebbono. Così però non ſuccederebbe, quando ſi aumentaſſe la coerenza, e la tenacità, e quand'anche i rapporti eſattamente non ſi oſſervaſſero, non mancherebbero partiti al ſapientiſſimo Autore della Natura, il quale a norma del temperamento da lui preferito, regolerebbe le ſimmetrie de' corpi organici.

VIII.

E' tempo ormai di farſi ad eſaminare un punto di ſommo rilievo per la Fiſica, ed è: ſe nella preſente coſtituzione, ed in qualunque altra poſſibile, in cui c'entri la materia colle ſue innate proprietà (concioſſiachè di quella ſorta di mondi, che contener poſſono creature da' noſtri concepimenti totalmente aliene, è una temerità il ragionare) la diviſione delle particelle elementari ſi fermi nel finito, inteſo il vocabolo relativamente all'unità aſſun-

ta, conforme di ſopra mi ſono ſpiegato. Voglio dire, ſe ridotto il ſiſtema noſtro alla debita, e neceſſaria partecipazione, il più picciolo elemento, che ſi rinvenga in Natura, riſguardi con una data ragione le comuni miſure; oppure il finito ſia talmente miſto coll'infiniteſimo, che ſi diano innumerevoli particole, che riſpetto alle altre ſiano minime, ed inaſſegnabili; per modo che l'Univerſo, in cui viviamo, ſi componga di grandezze, le quali ad ordini incomparabilmente diverſi appartengano. Si può raggirare la queſtione per un altro verſo, e cercare, ſe la mole totale del mondo, paragonata, a cagion d'eſempio, col globo terraqueo ſia uno di quegli infiniti relativi conoſciuti ſolamente da' Geometri: laonde ſe ripugna, che la materia occupi un'aſſoluta immenſità; almanco tanto ſi ſtenda, che ſuperi ſmiſuratamente tutte le magnitudini da noi chiamate finite.

Molte inveſtigagioni, che ci vengono in mente, ſono malagevoli a ſvilupparſi. Tale ſi è la propoſta, intorno cui ſi può procedere, piuttoſto per via di conghietture, e di congruenze, che di dimoſtrazioni. Io per me giudico, mentre mi ſi permetta di eſporre i miei ſenſi liberamente, che l'univerſità delle coſe, in cui Dio ci ha collocati, ſia relativamente a noi, limitata, e per quello appartiene all'eſtenſione, e per quello concerne il partimento della materia. Ed in vero, ſin a tanto che gli elementi, dall'aggregato de' quali i corpi maggiori ſi formano, e paragonati fra loro, e con i compoſti, che ne riſultano, ſono tutti del medeſimo genere, in qualunque modo ſi diſpongano, e prendano qualſivoglia figura, non introdurranno mai quantità tali, che aſpettino ad un ordine più minuto. Similmente nelle comunicazioni de' moti, e negl'impulſi delle forze continuamente applicate, gli ſpazi, i tempi, e le velocità non ſortiranno dai cancelli delle grandezze aſſegnabili. E ſebbene le figure dei ſolidi non giungono ad una ſcrupoloſa eſattezza; ciò poco importa, perchè, non potendoſi colla diviſione progredire ſino all'indiviſibile; egli è indifferente muover un paſſo di più, o di meno, mentre per quanto viaggio ſi faccia, non ſi toglie l'imperfezione.

IX.

Diſputando io contro l'opinione del Signor Nievvenzit, ho moſtrato, che ammeſſe due claſſi di quantità una dell'altra infinitamente maggiore, ſiamo aſtretti ad introdurne una ſerie, che mai non finiſce. Per recarne un eſempio, la particella minima m animata dalla velocità finita U urti nella maſſa M incomparabilmente più grande coſtituita in ripoſo, e facciaſi la diſtribuzione del moto giuſta le leggi de' corpi molli. Dopo il colpo ambo le maſſe procederanno colla velocità comune eſpreſſa per $u = \frac{mU}{m+M} = \frac{mU}{M}$,

giacchè m riſpetto ad M ſvaniſce. Sarà dunque la velocità reſtante $= u$ infinitamente minore della primitiva U. Di bel nuovo la maſſa m colla velocità conſervata u percuota un altro corpo $=$ M, e compiuta la colliſione

ne, avraſſi la celerità naſcente $u = \frac{mu}{m+M} = \frac{mu}{M}$, e ſurrogato in vece di u il ſuo valore $= \frac{mU}{M}$, ſarà $v = \frac{mmU}{MM}$. Così all' infinito ſi cammina, e ſi raccoglie, che le velocità, le quali paſſo paſſo ci ſi preſentano eſpoſte per la formola generale $\frac{m^n}{M^n} \cdot U$ vanno in maniera eſtenuandoſi, che ad innumerabili generi di grandezze inaſſegnabili pervengono di grado in grado infinitamente più menome.

Per la qual coſa ſarebbe d'uopo traſcorrere fuori de'limiti dal temperamento prefiſſi, ſe il temperamento medeſimo non metteſſe compenſo all'inconveniente. E' una verità da tenerſi ſempra a memoria, che nelle coſe quante il minimo, ed il maſſimo aſſoluti, e traſcendenti ſono due impoſſibili. In ogni ſiſtema dunque moderato dalla participazione, conformemente hanno a determinarſi particelle tali, di cui non ſi danno le più picciole; così ſi arriva all'ultima velocità, di cui non ſi dà la più lenta. E quando pare, che l'ipoteſi, come nel caſo addotto, altrimenti richieda, ſappiaſi, che l'effetto non ſegue; oſſervandoſi tutto dì, che un corpicciuolo non ſa impreſſione in uno di vaſta mole, almeno per quello concerne il moto locale, ſpendendoſi il fievole impulſo in una leggeriſſima ammaccatura. Sovente biſogna modificare le propoſizioni de' Matematici, mentre ſi applicano alla Fiſica, valendoſi delle temperature da eſſi, o non curate, o non conoſciute. Non può frattanto negarſi, che quanto più ſi moltiplicano le claſſi delle quantità eterogenee, tanto più ha luogo l'indifferenza, e tanto più ſi dee far uſo delle participazioni.

Appreſſo eſaminando io la ſentenza del Signor Fontanelle dei finiti indeterminati, ho chiaramente provato, che tra le grandezze infiniteſime, dette del primo grado, e le finite ci ſtanno di mezzo innumerabili ordini di quantità ſterminatamente maggiori delle prime, e minori delle ſeconde, e che sì fatta progreſſione è talmente ineſauribile, che non ci può tener dietro intelletto umano. Nel finito ſi cammina a paſſi miſurati, ma nel far tranſito dà genere a genere ſi procede per via di ſalti, non potendo noi avere, ſe non ſe una confuſiſſima idea de'gradi intermezzi. Iddio ſolo tutti ad uno ad uno li diſtingue: e perchè la ſua intelligenza va del pari con la ſua poſſanza, per coſtruire un temperato ſiſtema, poteva egli eleggere a ſuo piacimento alquante ordinanze diſparate di grandezze eterogenee, ovvero metter in eſſere tutte quelle, che ſtanno rinſerrate per un verſo, e per l'altro fra due termini, che circoſcrivono il temperamento. A me ſembra, che amendue le propoſte màniere troppo dalla ſemplicità ſi diſcoſtino, e che ſi ponga a campo un maſſimo apparato di coſe per ottenere pochiſſimo.

X.

Oltre modo vaſto ſi è l'ambito del finito, e baſtante a ſomminiſtrare al Creatore una miniera ineſauſta, onde ſi organizzi 'l noſtro Mondo, e ſi ſoddisfaccia alle apparenze della Natura. Il proſſimo, che ſi ha ſuppliſce all'eſatto, che non puote averſi, con queſt'avvertenza però, che quanto più gli atomi elementari, ne'quali ſi termina la partigione della materia s'allontanano dal punto, e piegano verſo l'immenſo; altrettanto è maggiore il divario fra l'eſatto ed il proſſimo. Ed atteſo che la differenza è relativa, in qualunque genere di quantità noi foſſimo collocati, ſempre finita la crederemmo.

Abbiaſi un poligono regolare d'un milione di lati, il cui diametro ſia d'un palmo. Gli Artefici non aguzzeranno mai tanto la punta del compaſſo, che giungano a delinearlo. E pure non ſarebbe queſto un perfetto cerchio, al quale s'anderebbe accoſtando più da preſſo, ſe i lati ſi moltiplicaſſero all'infinito. Ma coſa poi ſi guadagna, avuto riguardo alla capacità, all'uſo della figura? tanto poco, che non mette conto l'inoltrarſi a maggior preciſione. Perciò non mi laſcierò mai perſuadere, che Dio, il quale, ſtante la ritrosìa della materia, non può introdurci l'ottimo, almeno al più ſemplice non ſi appigli, e che dia mano ad una macchina incomprenſibilmente compoſta partecipante dell'infinitesimo, o dell'infinito, per aggiugnere agli effetti una perfezione appena ſenſibile. Di più nella ſcienza fiſica non interverrà mai, che per eſplicare un qualche fenomeno, abbiaſi a ricorrere a grandezze ſmiſuratamente minori, o maggiori delle comuni. E quando ciò mi veniſſe ad evidenza provato, adeſſo per allora prometto di mutar linguaggio, e di ritrattarmi. Intanto ſtia ſalda la maſſima capitale, e dimoſtrata, che l'economia della Natura ſi appoggia ad un temperamento, tal quale ſi poſſa eſſere, e che ſu queſta baſe ſtabilè io fonderò in buona parte le fiſiche perquiſizioni. Se mi ſervirò in alcuni più aſtruſi problemi delle differenze di varj gradi, giuſto lo ſtile de' Geometri, ſappiaſi, che eſſe ridotte a dovere equivaleranno ai minimi fiſici.

CA-

CAPITOLO QUINTO

Della impenetrabilità, e della inerzia della materia.

I.

OGnuno facilmente comprende ammonito dalle quotidiane ſperienze, che la materia è impenetrabile, o come altri la chiamano ſolida, e conſiſtente; concioſſiachè nè un corpo duro s' apre la ſtrada traverſo d' un mezzo fluido, ſe queſto dai lati prontamente non cede; nè una maſſa ſoda urtando in un' altra della ſteſſa natura può avanzar cammino, ſe non caccia di luogo l'oſtacolo. Spogliata di tal proprietà la materia, altro non reſta, ſalvo che una pura ideal eſtenſione, o come altrove mi ſono eſpreſſo, una mera capacità, atta a contenere dei veri corpi, che in eſſa per avventura ſi collocaſſero, ed in conſeguenza una privazione sfornita di moto, di forza, di reſiſtenza, in cui non ſi può concepire nè cauſa, nè effetto, nè azione, nè reazione.

Non così agevolmente s'intende coſa ſia inerzia, attributo talmente, per così dire, ſepolto nel fondo della materia, che non è ſtato conoſciuto dagli antichi Filoſofanti. Anco tra moderni alcuni ce ne ſono, che non ne forman diſtinta idea, e fra le immaginazioni de' Fiſico-Matematici la ripongono. Coſtoro non ammettono ne' corpi, ſe non ſe la trina dimenſione, ed il moto, e sì fattamente di queſto loro concepimento, ſiccome ſempliciſſimo, s'invaghiſcono, che non ſi avveggono, ch'eſcluſa l'inerzia, o la ripugnanza al cangiamento di ſtato, irreparabilmente la reale eſtenſione, ed il movimento diſtruggono. Affinchè ſi dileguino queſte tenebre, che offuſcano gl'intelletti; mi accingo a provare, eſſere l'inerzia una conſeguenza della impenetrabilità. Io preſentemente piglio per mano un'azione, nella quale c'interviene il moto locale: delle altre in progreſſo diſcorrerò. Abbiaſi la sfera A (Fig. 8.), che con una determinata velocità urti nella palla B immota, ed amendue ſiano molli, e non guarnite di forza elaſtica; onde dal ribattimento una ſeconda azione non naſca; io dimando qual effetto poſſa produrſi, compiuta la colliſione. Tre differenti ipoteſi mi fingo, che tutte e tre ſi vogliono eſaminare.

II.

E primieramente mi può cadere in penſiero, che ſeguita la percoſſa, il movimento ſi eſtingua, e che il globo A nell'atto di colpire il corpo B di botto sì fermi, e perda tutta la ſua forza viva, ſenza che ne comunichi alla maſſa B una qualſivoglia porzione. Ma chi non iſcorge, che non eſſendo-

ſoni diſdetto di accreſcere, quanto mi piace, la velocità della palla A; e ſenza ripugnanza di ſorta ſupporla all'infinito aumentata; vengo ad attribuire alla ſfera B una inerzia maggiore di qualunque aſſegnabile, che non poſſa eſſer vinta nè pure da una infinita energia?

L'aſſurdo che mi ſi para innanzi, mi coſtringe a mutare ſuppoſizione. M'immagino che dopo l'urto ambo le ſfere camminino di conſerva colla velocità primitiva, da cui prima dell'azione il globo A era animato. In tal poſitura di coſe creſca all'infinito la maſſa B, e congiunti in una ſomma i due corpi A + B, avremo un compleſſo di maſſe maggiore di qualſiſia dato procedente colla celerità iniziale; ed in ordine a ciò il vigore dell'effetto ſupera infinitamente quello della propria cagione: con che ſi ſconvolge da capo a fondo il gran principio ſtabilito nell'antecedente libro, che tra le azioni delle cauſe, e le reazioni degli effetti dee paſſare una ſtretta uguaglianza. Poichè nel caſo, ſu cui ragiono, la velocità, che da principio riſiede nella palla A, in eſſa ſenza punto diminuirſi ſi conſerva, e non oſtante ciò tutta intera al globo B ſi comunica; di modochè l'intoppo nulla opera, come ſe non ci foſſe, e come ſe la ſuddetta ſfera A per lo vano il ſuo viaggio continuaſſe; convien dire, che l'inerzia della maſſa B ſia nulla, ed oziosa l'impenetrabilità; atteſo che paſſando il corpo paziente dalla quiete al moto, ed in conſeguenza cangiando ſtato; in conto alcuno non perturba, nè diverſifica la coſtituzione del corpo agente.

Ora fra le due ipoteſi eſtreme, una delle quali ci dà l'inerzia infinita, e l'altra ce la dà nulla, e che vanno accompagnate da repugnanze, e da contraddizioni, la germana, e la legittima ci ſta di mezzo. Compiuta la percoſſa, le maſſe A, B, quando altro impedimento non oſti, progrediranno con una velocità comune, ma ſempre minore della primitiva. In tal guiſa ſi mantiene l'analogia fra la cagione, e l'effetto; mercè che ſe per una parte ricreſce la quantità della materia meſſa in movimento; ſi minora per l'altra con giuſta miſura la celerità, e nello ſteſſo tempo ſta ſalda la forza viva, che da principio nel globo A riſiedeva, la quale diſtribuendoſi a due maſſe, ed impiegandoſi in qualche altro effetto, viene congruamente modificata. Per la qual coſa ſi ſcopre, che il corpo B, mentre ſia obbligato da una particolar azione a mutare ſtato dentro i confini del finito, è dotato d'una aſſegnabile inerzia; concioſſiachè poſta nulla l'inerzia del globo B, l'altro A niente perderebbe della ſua forza; e ſe all'incontro foſſe maggiore di qualunque data, non laſcierebbe vincerſi da una forza limitata.

III.

Facciaſi, che la palla B diventi infinitamente picciola, in tal caſo non s'induce alterazione di ſtato nella maſſa A, la quale traſportando con ſeco la B, non perde, ſalvo che un grado menomo di velocità eſpreſso per dV, e conſeguentemente un grado minimo di forza viva $= AVDV$, come ſi potrà raccogliere da ciò, che diremo intorno alla comunicazione del moto fra i corpi molli. Le maſſe per tanto elementari ripugnano al cangiamento di ſtato con una inerzia proporzionale alla quantità della ma-

te-

teria in esse contenuta, la quale può computarsi per nulla. Ma se la sfera B all'infinito ricresce, persiste nella sua quiete, acquistando solo un grado inassegnabile di celerità. E sebbene la velocità $d\,V$ minima della prima classe moltiplicata per una massa infinita ci dà una quantità di moto finita; si rifletta però, che la forza viva comunicata al corpo B si trova essere infinitamente piccola, siccome $= \frac{B.d\,V^2}{2}$. In questa posizione l'inerzia infinita del corpo B fa sì, che la sola palla A muti stato, e faccia transito dal moto alla quiete, impiegando tutta la sua forza in una scambievole ammaccatura. Essendo dunque inabile a superare l'inerzia smisurata della molle B, si converte a cozzare con quella parte, che sostiene il colpo, e ne vince l'inerzia, imprimendoci una contusione.

Mi sono trattenuto alquanto sulle due ipotesi di limite, nella seconda delle quali tutta l'energia della palla A in contusione si spende, e nella prima una porzione soltanto infinitesima se ne consuma. Quinci si comprende ad evidenza, cosa succeda ne' casi intermezzi, ne' quali la forza della sfera A in doppio effetto s'impiega, e si distribuisce, parte nella vicendevole ammaccatura, e parte nel comunicare al globo B il movimento, cui debbe aggiungersi quello, che nel corpo A si conserva.

IV.

E quì richiamato a memoria l'assioma, che la Natura non cammina per via di salti, si avverta, che qualora un mobile si accelera, o si ritarda appoco appoco; le scale delle velocità riferite ai tempi, e quelle delle forze vive per rapporto agli spazj non sono mica curve rigorosamente geometriche, ma piuttosto fisiche, corrispondenti alla prestabilita divisione della materia, ed alla scelta del presente temperato sistema: lo che basti d'aver insinuato una volta per sempre.

M'immagino, che la massa A giunga appena a toccare la B, e dal mutuo contatto piglierà il suo cominciamento l'azione, e la reazione. Ed avvegnachè egli è impossibile, che si diano corpi forniti d'una durezza assolutamente infinita, e nè tampoco relativamente tale, come l'esperienza c'insegna; fa d'uopo, che nell'atto stesso in cui principia la contusione, s'imprima al corpo B un grado fisico di forza viva, quantunque impercettibile, e che un simile altresì minimo si tolga alla palla A. Quì comincia a far di se mostra l'inerzia proporzionale alla quantità impenetrabile della materia: e sebbene sono molto piccolissime le alterazioni di stato, non si creda però, che persistendo invariata la massa, ricresca, o si minori l'inerzia. Egualmente ad ogni elemento di forza viva acquistato dal corpo B, o perduto dal corpo A ripugna quella pigrizia costante, che in essi risiede; conciossiachè costituiti o in moto, o in quiete conservano immutabilmente la medesima ritrosìa a qualsivoglia nuovo, quantunque minimo, cangiamento di stato. Chi potesse, seguito il primo colpo, arrestare l'impeto della massa A, o divertirlo altrove; accaderebbe, che il corpo B, affetto

fetto dalla menoma forza acquiſtata camminerebbe all'infinito per lo ſpazio inane con eguali, e lentiſſimi paſſi: ed in tal caſo l'inerzia appoggiata al mobile B a ſe ſteſſa ſempre uniforme lo accompagna, e cuſtodiſce, per così dire, la guadagnata infiniteſima forza viva: conſeguita la quale, con pari ripugnanza la sfera B ſi riduce alla ſua primiera quiete.

In queſto mentre continuando a predominare la velocità nella sfera A, egli è neceſſario, che ſottentri il ſecondo impulſo, indi ſucceſſivamente il terzo, ed il quarto, e così di mano in mano: con che ſi minora la celerità del mobile A, ſi aumenta quella del corpo B, e ricreſce di tempo in tempo la reciproca ammaccatura, finattantochè, replicato il numero preſſochè innumerabile delle fiſiche impreſſioni, ſi riducano finalmente ambe le sfere a progredire di conſerva con pari velocità. Allora ceſſa l'azione, e per conſeguenza la reazione; concioſſiachè una maſſa non può ſpingere avanti l'altra, quando queſta con egual prontezza ſi ſottragge alla percoſſa. In sì fatto incontro non diverſificandoſi punto la coſtituzione de' ſolidi meſſi in movimento, ſe ne ſta onninamente ozioſa l'inerzia; non eſſendoci motivo, per cui abbia ad eſercitare il ſuo uffizio. Per la qual coſa ſiccome le forze vive, non già di ſalto, ma paſſo paſſo ſi guadagnano, e ſi perdono, e le variazioni di ſtato in qualſivoglia maſſa gradatamente procedono; così l'inerzia appoco appoco ſi vince: e ſiccome la mutazione totale di ſtato, compiuta interamente l'azione, ſi compone di tutte le precedenti inſenſibili mutazioni; così quanti gradi di forza viva ſi vanno ſucceſſivamente accumulando, o diſtruggendo, tante fiate s'induce un novello mutamento di ſtato, ed altrettante ſi replica la ripugnanza, con cui ad ogni minima variazione ugualmente ſi oppone l'inerzia. Ma di ciò ſi ragionerà nel ſeguente Capitolo.

Ed ecco meſſa in chiaro l'economia della Natura, la quale non fa mai paſſare il movimento da corpo a corpo, ſe non ſe per via di forze ſollecitanti continuamente applicate: altrimenti procederebbe di ſalto, e con un ſolo impartibile impulſo, ed in un momento di tempo una porzione della energia del mobile agente A nel paziente B ſi traſonderebbe. Tocca poi all'inerzia, o alla corpulenza della maſſa il diſtribuire con leggi immutabili la forza, che tutta da principio nel ſolo corpo A riſedeva. E quì opportunamente ſi noti, che nel caſo noſtro io ravviſo tre ripugnanze al cangiamento di ſtato, due riſpetto alle forze vive, ed una concernente le forze morte. Contraſta la maſſa B in facendo tranſito dalla quiete al moto, e la maſſa A nel perdere una parte della ſua forza, ed amendue i corpi ſenza ritroſia non ammettono il mutamento delle figure cagionato dalla vicendevole contuſione. Non ſeparo queſto elemento in due; perchè, ſebbene mi è noto quanta forza primitiva nella doppia ammaccatura ſi conſumi; non ſo poi, in qual proporzione ſi divida, atteſa maſſime la varietà delle figure, e la diverſità delle materie.

V.

V.

Avverto frattanto, che ogni percoſſa non porta con ſeco il moto locale. Egli è vero, che durante la quiete, non fà il ſuo uffizio l'inerzia, perchè non s'introduce mutazione di ſtato. Ma ſenza che il corpo intero ſi traſporti da ſito a ſito, baſta, che in qualunque modo ſi turbi l'ordine, e la conneſſione di molte, ſe non ſe di tutte le particole, che lo compongono. Ciò faſſi per via di piccole ſucceſſive alterazioni, e di movimenti appena percettibili al ſenſo, dai quali non va mai diſgiunta l'inerzia.

Troppe ſpezie di reſiſtenze mette in pratica la Natura, per aſſorbire in parte, o per eſtinguere totalmente la forza viva, di cui è fornito un mobile. Di tal genere ſono la coeſione, l'intralciamento delle fibre, la tenacità, la coſtipazione, ed i fregamenti. E ſe tal fiata c'entra la forza di molla, interviene, che l'efficacia dell'azione ſi conſumi tutta, o preſsochè tutta nel porre in tremito la maſſa paziente. Così lo ſcoppio delle bombarde, e de'fulmini ſcuote gagliardamente la vaſta mole d'un tempio, o d'un palagio, e le interne fermentazioni agitano ſi fattamente la Terra, che diroccano i più robuſti edifizj.

Certi ſolidi per altro duri, ma nel tempo ſteſſo fragili, e mal coerenti, come il vetro, ed il marmo ſpinti violentemente contro un oſtacolo fermo, corrono riſchio di ſpezzarſi, e talora ſpargono all'intorno delle ſchegge minute, che dal loro tutto impetuoſamente ſi ſtaccano. Biſogna tener gli occhi chiuſi, dove lavorano gli ſcultori; imperocchè i colpi del martello s'impiegano a ſeparare, e a far volare per l'aere i minuti frammenti, che dalla pietra viva diſgiungonſi.

Frequentemente un mobile cacciato con iſtraordinaria preſtezza trova più facilità a penetrare, e a forare l'intoppo reſiſtente, che a muoverlo di luogo. L'eſperienza ci documenta, che una palla da moſchetto ſparata contro alquante porte ſituate in linea, e ſoſpeſe dai loro gangheri, onde poſſano agevolmente girarſi, buca, per eſempio, le due prime, e nella terza ſi ferma, producendo in eſſa una ſemplice ammaccatura. Quanto è più celere la palla del piombo, in più breve tempo reſta la porta pertugiata, e tanto minor moto locale in eſsa s'imprime; a tal che ſi rende appena ſenſibile: laddove quanto più tempo ſi ſpende nel bucare le tavole, e particolarmente, ſe l'ultima d'eſſe riceve ſoltanto una contuſione, tanto è maggiore l'arco di cerchio, che intorno ai cardini ſi deſcrive.

A bello ſtudio ho meſſo in viſta le differenti ſogge, con cui l'inerzia dà motivo alle reſiſtenze di attutare le forze vive; acciocchè chiaramente ſi comprenda, quanto vadan lontani dal vero coloro, che nella comunicazione del movimento non arroſſiſcono d'affermare, che nulla forza ſi ſpende nella vicendevole contuſione: quaſi che ſi poſſa mai dar effetto in Natura, cui una qualche cagione non corriſponda. Tanto è pernicioſo alle ſcienze l'amor di parte, che ſoſtenendo a tutto coſto una opinione tenacemente radicata, riduce gli uomini a conſeguenze oltre ogni credere aſſurde.

Le prefate reſiſtenze operano in figura di forze morte ſucceſſivamente applicate, e ricevendo in ſe ſteſſe la forza viva, che paſſo paſſo il mobile va perdendo; per gradi menomi il corpo da eſsa animato in tutto, o in parte ne ſpogliano. Nel primo caſo l'impedimento ſtaſſene immoto, e non trafugge da ſito a ſito; perchè l'azione intera contro quella porzione, ſu cui cade il colpo, ſoltanto ſi eſercita; ovvero alle volte ſcuote, e mette in tremito le fibrille elaſtiche, dalle quali è compoſta la maſſa reggente, reſtando poſcia il tremore dalla reſiſtenza dell'aere ſopito, ed eſtinto. Nel ſecondo caſo, ſe la contuſione non aſſorbe, per così dire, tutta la forza viva, che nel corpo in moto riſiede, egli è indiſpenſabilmente neceſſario, che la reſidua un qualche effetto produca: il quale in altro non può conſiſtere, ſe non ſe in cacciare avanti l'intoppo, ed in comunicare ad eſſo il moto locale.

VI.

Ad oggetto di ben comprendere, quale ſia l'uffizio, che all'inerzia, ed alla impenetrabilità della materia compete, e così dar compimento alla preſente iſpezione; giudico opportuno l'inveſtigare, con che regole nel congreſſo de' corpi le forze vive ſi compartiſcano. A norma della ipoteſi aſſunta, nella colliſione delle due maſſe A, B ſi eſponga per V la velocità primitiva della palla A, e dicaſi u la celerità variabile, che il mobile B in vigore degli iterati urti va paſſo paſſo acquiſtando. E per agevolare i calcoli, tanto la velocità coſtante V, quanto la maſſa B, lo che ci è conceduto di fare, ponganſi eguali all'unità.

In qualunque ſtato ſi trovino i due ſolidi A, B, egli è certo, che il loro comune centro di gravità viaggia per la ſteſſa direzione, e colla medeſima velocità, e conſeguentemente in eſſi ſi mantiene in ſolido la quantità iniziale del moto $= AV$; onde ha luogo nel caſo noſtro in ogni circoſtanza la legge ſecondaria de' Carteſiani, la quale non ſi diverſifica punto nel principio, nel progreſſo, e nel fine della mutua azione, e reazione. Per la qual coſa ſe nel momento, in cui cammina il globo B colla celerità u, cercheremo, con quale velocità proceda il corpo A, la troveremo eſpreſſa per la quantità $\frac{A-u}{A}$.

Dopo ciò ricorro al canone principale Leibniziano, che ci dà primieramente la forza viva variabile dalla maſſa B aquiſtata $= \frac{B \cdot u^2}{2} = \frac{u^2}{2} = f$,

indi quella, che nel mobile A ſi conſerva $= \frac{\overline{A-u}^2}{2A} = F$, e per ultimo una terza forza, che nella reciproca contuſione ſi ſpende, la quale ci ſi ren-

de

de nota; ſottraendo dalla forza primitiva $\frac{A \cdot V^2}{2} = \frac{A}{2}$ le due teſtè aſſe-

gnate $F + f$; laonde, ridotti i computi, abbiamo, $\frac{A+1}{2A} \times$

$\frac{2A \cdot u - uu}{A+1} = b$.

E quì ſi noti, che qualora la forza b conſumata nell'ammaccatura è la maſſima, i corpi A, B, già compiuta la prima azione, procedono in figura di maſſe molli con pari velocità $= \frac{A}{A+1}$, e per rinvenirla baſta valerſi del metodo de' maſſimi, e de'minimi. E determinata una volta eſſa celerità, vengo in cognizione della forza impiegata nella contuſione, cioè $\frac{A}{2 \cdot A+1} = b$. Nel modo medeſimo ſi miſura la forza viva acquiſtata dalla palla $B = \frac{u^2}{2} = f = \frac{A^2}{2 \cdot \overline{A+1}^2}$, ed inoltre l' altra, che la ſfera A in ſe ſteſſa ritiene, cioè $F = \frac{\overline{A-u}^2}{2A} = \frac{A^3}{2 \cdot \overline{A+1}^2}$. Ora còn viene paragonare inſieme le prédette forze. Le due vive, una, che ſi conſerva nel mobile A, e l'altra, che ſi trasfonde nel corpo B, viene a dire $F : f$ ſtanno in ragione di $\frac{A^3}{\overline{A+1}^2} : \frac{A^2}{\overline{A+1}^2} :: A : B$, o ſia in proporzione delle maſſe. Appreſſo eſſendo $f : b :: \frac{A^2}{2 \cdot \overline{A+1}^2} : \frac{A}{2 \cdot A+1} :: A : A+B$; ſarà la forza comunicata al corpo B, a quella, che nell' ammaccatura ſi ſpende; come la maſſa A, alla ſomma delle due maſſe $A+B$: e di più come $F : b :: \frac{A^3}{\overline{A+1}^2} : \frac{A}{A+1}$

$:: A^2 : A+1$.

Convertita poſcia in analogia l'equazione $\frac{A}{2.\overline{A+1}} = b$, avraſſi $A+1$: 1, ovvero $A+B : B :: \frac{A}{2} : b$; dunque come l'aggregato d'ambo le maſſe $A+B$ alla maſſa B coſtituita da principio in quiete; così la forza primitiva $\frac{A}{2}$, o pure $\frac{A.V^2}{2}$ alla porzione, che nell'ammaccatura ſi conſuma. Quinci dividendo, $A : B :: \frac{A.V^2}{2} - b : b$. Ma ſe dalla forza iniziale $\frac{A.V^2}{2}$ ſottro la b, che nella contuſione ſi adopera, ho la ſomma delle due forze vive, che riſeggiono nelle sfere A, B; dunque ſiccome la maſſa A, alla maſſa B; così le ſuddette due forze vive $F+f$ alla terza b. Ed in ordine a ciò come le due forze, dalle quali ſono ſeparatamente animati i corpi A, B; così la loro ſomma all'altra, che in morta ſi trasforma, cioè $F : f :: F+f : b$.

VII.

Elegantiſſima ſi è la diſtribuzione di queſte forze, le quali moſtrano d'aver colle maſſe una ſtretta corriſpondenza. E ſebbene non può negarſi, che l'inerzia ne' corpi dipenda dalla quantità della materia; tuttavia la Natura regola talmente le mutazioni di ſtato, che per lo più non adotta, come nel caſo precedentemente conſiderato, le più ſemplici analogie. Me ne ſomminiſtran l'eſempio i ſolidi guarniti d'una perfetta virtù di molla. Terminata l'azione, ſi rimette interamente l'elaſtro, e diventa nulla quella parte della forza primitiva, che nella coſtipazione s'era conſunta. E perchè la forza $\frac{A.V^2}{2}$ in due ſoli elementi ſi divide; ſappiam di certo, che ſi toglie al mobile A la forza viva dal corpo B guadagnata. Ripetuta pertanto la formola $\frac{2A.u}{A+1} - u^2 = \frac{2A}{A+1}.b$, facciaſi $b = 0$ giuſta l'ipoteſi, ed avraſſi $\frac{2A.}{A+1} = u$. A prima viſta ſi ſcopre, che la velocità del globo elaſtico B ricreſce al doppio ſopra quella, con cui camminava in figura di molle nell'iſtante, che ſta di mezzo fra la compreſſione, e la reſtituzione della molla, e che conſeguentemente procede con forza quadrupla =

$\frac{4 \cdot A^2}{2 \cdot \overline{A+1}^2} = f$. In queſto mentre la forza reſtante nella palla A ſi eſpri-

me per $\frac{\overline{A-u}^2}{2A}$, e collocato in vece di u il valore teſtè trovato $\frac{2A}{A+1}$, haſ-

ſi l' equazione $F = A \times \frac{\overline{A-1}^2}{2 \cdot \overline{A+1}^2}$, indi l'analogia $F : f :: \overline{A-1}^2 : 4A$.

Corollario. Poſſo determinare il valore della maſſa A, per modo che le forze F, f ſi riſpondano in qualſiſia proporzione di $n : 1$. Per la ſpezie n contraſſegno qualunque grandezza maggiore, o minore dell' unità. Sarà per tanto $\overline{A-1}^2 = 4nA$, e maneggiata l' eſpreſſione colle regole dell Algebra comune, avraſſi $2n+1 \pm \sqrt{4nn+4n} = A$. Ambo i valori di A ſono poſitivi; concioſſiachè nell'apotome $2n+1-\sqrt{4nn+4n}$ il quadrato del primo membro $= 4nn+4n+1$ ſupera per l' unità la quantità $4nn+4n$ poſta ſotto il ſegno radicale; dunque la radice $2n+1$ è maggiore dell' altra $\sqrt{4nn+4n}$, e conſeguente il valore più picciolo della maſſa A è ſempre affermativo. Per la qual coſa non incontrandoſi l' aſſurdo, che la maſſa A ci compariſca in figura di negativa; il problema propoſto ammette una doppia fiſica ſoluzione.

Vogliaſi la proporzione d'egualità fra le due menzionate forze; onde ſia $F = f$, ed $n = 1$, e ſcopriremo i due valori di $A = 3 \pm \sqrt{8}$. Ma ſe foſſe $n = o$, la duplicata eſpreſſione di A in una ſola ſi riuniſce, cioè $A = 1 = B$; caſo, in cui eſſendo pari le due maſſe A, B, la prima perde tutta la ſua forza, che intera ſi trasfonde nella ſeconda; per guiſa che la forza nulla della palla A, compiuta l'azione, ſta a quella della palla $B = A$ in una ragione minore di qualunque data. Similmente ſe la ſpezie n creſce fino all'infinito, ci ſi parano innanzi due valori di A, $= 2n \pm 2n = \begin{cases} 4^n \\ o \end{cases}$, cioè uno quadruplo della magnitudine infinita n, e l'altro nulla, o meglio infinitamente minimo. Ma queſte ſi prendano ſiccome eſpreſſioni di limite.

CAPI-

CAPITOLO SESTO

Si continua a ragionar dell' inerzia.

I.

MEglio forſe delle eſpreſſioni analitiche, la geometrica coſtruzione ci porrà anzi gli occhi l'andamento delle forze fin ora conſiderate. Comincio dal ſoddisfare alla prima equazione $\frac{\overline{A - u}^{2}}{2A} = F$. Prendaſi (Fig. 9.) la indefinita CDE, ſiccome linea dell'aſſiſſe crefcenti, che dinotano le velocità u, ed anno l'origine nel punto C, e fatta CD = A, dal vertice D col parametro doppio di CD deſcrivaſi la parabola FDH, e queſta ci darà il luogo cercato. La ſeconda formola locale $f = \frac{B \cdot u^{2}}{2}$ chiede il trilineo parabolico CTR, il cui apice ſia in C, ed il lato retto $= \frac{2}{B} = 2$. Reſta, che ſi delinei la ſcala di quella ſpezie di forze, che nell'ammaccare ſi eſercitano, e che ci vengono eſpoſte dall'equazione $\frac{2A}{A+1} \times u - u^{2} = \frac{2A}{A+1} \times b$, la quale appartiene altresì ad una terza curva parabolica. Determino dunque nella linea delle aſſiſſe la retta $CM = \frac{2A}{A+1}$, e partendola per metà, alzo la normole $KL = \frac{CK}{2}$, ed intorno l'aſſe LK deſcrivo una parabola, che paſſi per il vertice L, e per i due punti C, M. Ho ſuperiormente provato, che quando ſi giunge alla maſſima contuſione KL, la forza b in tal effetto impiegata ſi eſprime per $\frac{A}{2 \cdot \overline{A+1}}$, o ſia per $\frac{CK}{2}$. Collo ſteſſo metodo, giuſto i varj valori della quantità $\frac{2A}{A+1}$, s' intendano delineate le parabole CID, CZP, le quali in progreſſo verranno ad uſo. In tal guiſa compiuta la coſtruzione, ne ſegue, ch'eſſendo, a cagion d' eſem-

ſempio, la frazione $\frac{2A}{A+1}$ uguale alla baſe CM della parabola CLM, ſe ſi dinota per C*a* qualunque velocità variabile *u* acquiſtata dal mobile B, le tre ordinate *ad*, *ab*, *ac* ci rappreſentano le tre forze F, *f*, *b*, cioè le due prime vive, una, che nella maſſa A ſi conſerva, l' altra, che al corpo B ſi comunica, e la terza, che ſi ſpende nell' ammaccatura. Ed atteſo che la forza iniziale $\frac{A. V^2}{2}$ ſi contraſſegna per la retta CF, ovvero *ae*, e la palla A nel noſtro caſo mantiene in ſe ſteſſa la forza *ad*; ne naſce, che la forza da eſſa perduta ſi eſponga per l'applicata *ed*, e ſi uguagli all' intercetta *cb*, viene a dire alla forza *ab* partecipata al mobile B più la *ca*, che nella coſtipazione ſi perde.

II.

Io non iſtò a ſegnare partitamente la interſecazione fra le curve FDH, CID, ovvero CZP, e nè tampoco quelle tra le dette due curve, e la terza CTR, quando ad eſſe veniſſe ſovrappoſta: lo che non ſi è fatto per evitare la confuſione nelle figure. Ciò ſignifica, che in cert' incontri le forze vive F, *f* ſi pareggiano, e che alle volte l'una, e l'altra di eſſe s' eguaglia alla forza *b*, che nella mutua compreſſione de' corpi ſi conſuma.

Fia meglio trattenerſi per poco ſulla economia di queſte forze. Egli è certo, che la forza viva riſiede da principio nel ſolido A. E perchè eſſo non ſi ſpoglia di tutta in un ſolo momento; egli è neceſſario, che per comunicarla al corpo B, ſi replichino le ſucceſſive impreſſioni, le quali nella poſizione da me aſſunta fanno un doppio effetto; cioè a dire, cacciano avanti la palla B, e nel contraſto fra le due sfere una vicendevole coſtipazione producono. Amendue gli effetti, come ognun vede, dalla forza iniziale procedono, e ſono regolati dalla impenetrabilità, e dalla inerzia. Quinci calando paſſo paſſo la forza nel mobile A, fino ad eſtinguerſi totalmente, ed anco ſovente tornar a rinaſcere, e a pigliar lena, ma con direzione contraria; ſi aumenta di grado in grado quella, che al corpo B ſi partecipa: colla condizione, che ſe tal fiata alla primitiva ſi uguaglia, non giunge mai a ſuperarla; perchè nol conſente la debita corriſpondenza fra la cagione, e l'effetto.

La terza poi, per cui i corpi mutan figura, e nell'urto ſi comprimono, ſeguita uno ſtile diverſo; concioſſiachè creſce da principio, a miſura che creſcono le ordinate nella ſemiparabola CLK: ma pervenuta al ſommo la contuſione eſpoſta per l'aſſe KL, ſe le maſſe ſono molli, ceſſa l'azione, ed ambo camminano con pari velocità. All'incontro, ſe i corpi d'una ſquiſita virtù elaſtica ſono dotati; nell'atto di rimetterſi ſi minora la forza, che nell' ammaccatura s'era perduta, fino a diventar nulla nel punto M, quando la maſſa B procede colla velocità CM: e così la forza viva interamente ſi reſtituiſce, e colle debite modificazioni tra i due ſolidi A, B ſi comparte.

Que-

Queſte diminuzioni pigliano norma dalle applicate decreſcenti nell' altra metà KLM della ſuddetta parabola: e perchè i due rami CL, LM ſono eguali, e ſimilmente poſti a deſtra, e a ſiniſtra dell'aſſe KL, mi ſomminiſtrano un bell'eſemplo dell'uguaglianza, che paſſa nel caſo noſtro fra una ſerie di azioni, e l'altra di reazioni.

Altrove ho inſinuato, e preſentemente lo replico, che quella porzione di forza, che nelle reciproche contuſioni s'impiega, non ſi divide in due parti eguali; per guiſa che la metà di eſſa ſi adoperi contro il corpo A, e l'altra metà contro il corpo B. Non ha quì luogo il principio delle azioni, e delle reazioni preſo in tutto rigore; ed alcuni ſu queſto punto ſono caduti in errore; concioſſiachè le differenti magnitudini, figure, e durezze de'ſolidi o molli, o elaſtici non permettono, che delle accennate forze ſi faccia una pari diſtribuzione. Ben è vero, che conſiderate, non già ſeparatamente, ma inſieme unite, abbiamo della lor ſomma una preciſa miſura, che ci viene rappreſentata dalle ordinate *ac*, KL della parabola CLM.

Segno perianto due punti *a*, *g* egualmente diſtinti dal mezzo K, e le velocità C*a*, C*g* creſcano per l'elemento coſtante + *du*; ne ſegue, che la forza *ac* ſpeſa nell'ammaccare per la differenza dell'applicata *ac* = *dh* poſitivamente ſi aumenta; ed all'incontro, che la forza *gh* = *ac* ſi altera per la medeſima differenza, ma negativa = − *dh*. La fluſſione dunque di forza viva, che in un caſo ſi perde, nell'altro ſi riacquiſta: e ciò ſuccede quando il corpo B è affetto, prima dalla velocità C*a*, e poſcia dalla C*g*, l' aggregato delle quali = CM s'eguaglia alla maſſima celerità, che ad eſſo corpo poſſa eſſere comunicata.

III.

Per maggior chiarezza anno tre caſi a diſtinguerſi. Le baſi delle ſcale paraboliche dinotanti le forze, che nelle contuſioni ſi perdono, ci vengono eſpoſte dalla frazione $\frac{2AB}{A+B}$, o meglio, chiamate x queſte baſi variabili, dall'analogia $A+B : 2B :: A : x$. Quindi, ſe la maſſa A ſupera la B, eſſendo il primo termine della proporzione maggiore del ſecondo; anche il terzo eccederà il quarto: quindi la corda CM dell'arco parabolico CLM ſarà minore più, o manco di CD, ſecondo la varia relazione di maggior inegualità frà le due maſſe A, B. Per la qual coſa la curva locale CLM, che nella preſente poſizione dà norma al compartimento della forza primitiva $A.\frac{U^2}{2}$, c'inſegna, che ſe i corpi ſono molli, la velocità finale partecipata al mobile B, ed altresì la reſtante nel mobile A, ſi eſprimono per CK metà di CM, ovvero per $\frac{AB}{A+B}$; e di più, che l'aſſe KL metà dell'aſſiſſa CK dinota quella forza maggiore, che nell'ammaccatura poſſa impiegarſi; e che

le

le due ordinate, che partono dal punto K, e vanno a terminare nelle curve DF, CT, ci danno la misura delle forze, una, che compiuta l'azione nel mobile A persiste, e l'altra, che al mobile B si comunica. Se poi i solidi A, B sono perfettamente elastici, si noti che la celerità terminale del corpo B cresce al doppio sopra la CK; che arrivata a tal segno, l'applicata nel punto M esponente la forza nell'ammaccare consunta diventa nulla; e che le forze vive, da cui si trovano animate le sfere A, B, uguali in solido all'iniziale nel modo addotto si determinano. Non importa l'avvertire, che la parabola CLM sta tutta al di sotto dell'altra FYD, che tal fiata la tocca, e bene spesso in due punti la taglia, e che sempre incontra in un punto la curva CTS. Ci vuol poco a vedere le conseguenze, che da tali intersecazioni si cavano.

La seconda ipotesi è la più semplice, in facendosi A = B. Viene essa accompagnata da una particolarità, che la base del luogo parabolico CID coincide colla linea CD = A. Le illazioni sono simili alle già dedotte; se non se che nel punto D svaniscono le due ordinate spettanti alle due parabole CID, FDH: e ciò significa, che guadagnata dal mobile B la massima velocità CD, di cui è capace, si è rintegrata totalmente la forza viva A. $\frac{U^a}{2}$, e che ad esso si è tutt'addossata; per guisa che nel corpo A ridotto allo stato di quiete non ne rimane vestigio.

Il terzo caso merita una particolare ispezione. Posta la massa A minore di B, la base, per esempio CP della parabola CZP, è maggiore della linea CD, ma non mai tanto, che del doppio la superi. Segnata dunque DE = CD, qualunque siasi l'analogia di minore inegualità fra i due solidi A, B, interverrà, che la suddetta curva locale tagli l'asse fra i due punti D, E, accostandosi, secondo le circostanze, ora all'uno, ora all'altro estremo. In questo mentre, non avendo ancora il corpo B acquistata la velocità intera CP, ma soltanto una parte d'essa, cioè CD; la linea CDE delle assisse crescenti tocca nel vertice D la parabola FDH; ed in tal punto l'ordinata corrispondente diviene zero. Con ciò la costruzione ci ammonisce esserci un istante, in cui il mobile A di tutta la sua forza primitiva si spoglia, e sta per un momento in riposo, e quasi in bilancia fra due moti direttamente opposti.

E perchè non si è ancora totalmente rimessa quella sorta di forza, che si è spesa nella contusione, la quale ci viene anzi rappresentata dalla retta DO; due conclusioni ne nascono. La prima, che la differenza fra le due forze XZ, DO è bastante, per toglier al corpo A il residuo di forza viva, che si era in esso conservata, mentre camminava in figura di massa molle. La seconda, che seguitando ad agire la predetta forza DO, a guisa d'un elastro compresso, che collocato fra due corpi per un verso, e per l'altro si dilata; non solo aumenta la forza del solido B già messo in moto, ma cominciando dalla quiete stimola il mobile A, e gl' imprime a poco a poco que' gradi di forza viva, de' quali è scala il ramo parabolico DQH. Così terminata l'azione nel punto P, qualora la molla il suo stato naturale ha ri-

ricuperato, procede la palla B colla ſua ſolita direzione, e colla forza PR; e la ſfera A colla forza PQ in ſenſo contrario.

E ſebbene il ramo DQH ci dà indizio col ſuo andamento, riſpettivamente alla poſitura dell'altro ramo FYD, che la celerità del globo A per mezzo della quiete paſſa dal poſitivo al negativo; ciò non oſtante, ſtendendoſi amendue i rami dalla medeſima parte dell'aſſe CDE, impariamo una importante verità, che le forze vive xy, PQ, che ai due diverſi rami appartengono, ſono del pari affermative, e che la Geometria d'accordo con la Fiſica ammette bensì velocità, ma non forze negative.

IV.

Ho battuta una ſtrada piana, appoggiandomi ad un eſempio aſſai ſemplice, acciocchè il Lettore ſenz'imbarazzarſi in calcoli di lunga lena, ed in coſtruzioni intralciate, ſi formi una qualche idea dell'economia, con cui ſi diſtribuiſcono le forze. So benissimo, che il celebre Signor Leonardo Eulero ſi è ſervito d'un metodo più ingegnoſo, e più magiſtrale. Fa egli naſcere le leggi delle comunicazioni dei moti dalla teorica delle forze continuamente applicate: ed un Fiſico non può diſpenſarſi dal ben capirne il progreſſo, come altresì dal ponderare ciò, che ci ha aggiunto il P. Vincenzo Riccati della Compagnia di Gesù nel ſuo Trattato delle forze vive. La coſa rieſce a maraviglia ne'caſi di limite, quando cioè l'elaſtro collocato fra due corpi, atteſe le circoſtanze, in cui opera, o ſi riduce al maſſimo riſtringimento, ovvero ſpiegandoſi, ricupera la ſua natural dimenſione. Nel primo incontro camminano ambo le maſſe in figura di molli, e nel ſecondo di elaſtiche. Ma nelle poſizioni intermedie il problema è di difficiliſſima ſoluzione; perchè i più fini artifizj dell'Analiſi ci abbandonano.

I due ſubbietti, de'quali ſo parola, ſono ſtati ſeparatamente maneggiati dai Fiſico-Matematici, e con varj giri di raziocinj le propoſizioni ad eſſi ſpettanti ſi leggono accuratamente dimoſtrate; laonde pareva, che nulla ſi poteſſe bramar di vantaggio. In queſto mentre niuno, ch'io ſappia, prima del lodato Eulero s'era accorto, che le verità già conoſciute, ed in apparenza diſparate ſi deſſero ſcambievolmente la mano, o almanco non ſe ne ſcorgeva la loro immediata conneſſione. Ci voleva dell'induſtra ad accoppiarle inſieme, e a farle pullulare amendue dal principio generaliſſimo delle azioni.

In fatti ſe la Natura non va di ſalto, ed i movimenti, e le forze, che fanno tranſito da maſſa a maſſa, a gradi menomi ſi accreſcono, e ſi minorano; ſi producono, e ſi eſtinguono; ci doveano entrare indiſpenſabilmente i conati inaſſegnabili, da cui i mobili ſono ſucceſſivamente accelerati, e ritardati. Per la qual coſa, quantunque non ci ſiano note frequentemente le leggi, e le ſcale moderatrici delle azioni, e delle reſiſtenze; aveaſi ſenza eſitazione a ricorrere alle formole fondamentali $fds = mudu$, $rds = -mudu$, e tal fiata alle ſecondarie $fdt = mdu$, $rdt = -mdu$, ed opportunamente integrandole, a luogo, e a tempo valerſene.

V.

V.

Mi accosto più da vicino, ad investigare le proprietà dell' inerzia, e molto ci gioveranno le premesse osservazioni. Ma prima conviene toglier di mezzo un'ambiguità. Bisogna distinguere la ripugnanza a mutare stato dall' attual mutazione; conciossiachè l'una dall'inerzia unicamente dipende, e l'altra dalla forza estrinseca, che vi s'impiega. Ogni corpo è composto d'una quantità determinata di materia impenetrabile, nè altro soggetto si escogiterà mai, su cui si fondi l'inerzia: la quale conseguentemente non può ricrescere, o diminuirsi, se non si aumenta, o minora la massa. E se la massa stessa persiste invariata; non c'è ragione, per cui la ripugnanza al cangiamento di stato abbia a diversificarsi. All'opposto le mutazioni di stato, di cui qualsivoglia corpo è capace, sono infinite, e si misurano dalla efficacia della cagione agente, che la procura.

Per la qual cosa una quantità limitata di materia è sempre guarnita della stessa stessima inerzia, in qualunque circostanza si trovi, o di movimento, o di riposo; imperciocchè conserva in se medesima l'innata ritrosia al mutamento del proprio stato. Non vorrei che taluno s'immaginasse, che impressa una volta in un mobile una data forza, la sua inerzia si fosse almanco in parte vinta; onde acquistasse una maggior facilità, a riceverne di nuova: e tanto più prontamente, quanto fosse più grande la forza partecipata. Un corpo messo in moto si rinviene in una costituzione particolare, e permanente, nella quale in eterno perfervererebbe, se da una qualche impressione forestiera non ne venisse rimosso. In tal positura di cose mantien esso intatta la sua solita repugnanza, per cui ricusa del pari, e di guadagnare novella forza, e di perdere la già acquistata. Presa per comune misura l'inerzia conveniente allo stato di quiete; si dee inferire, che sussiste sempre la stessa anco in quello di movimento.

VI.

Considerata l'inerzia sotto questo aspetto, pare, che non resti abbracciata dall'idea della quantità; se non se in quanto si associa colla massa; ed in tal senso può esser grande, e picciola, infinita, ed infinitesima, secondochè è appoggiata a masse degli ordini assegnati. Io lascio a ciascuno la libertà di usar le parole a suo piacimento, purchè si tenga fermo, ch'essa non ricresce, nè scema per un altro titolo, cioè a dire perchè un dato corpo, a cui è addossata, a variare stato è frequentemente costretto.

Come dunque in tali mutazioni si comporta l'inerzia? Atteso che la forza viva, che nella causa risiede, in passando da massa a massa, o dividendosi fra più corpi, invariata senza punto alterarsi persiste; convien dire, che abusivamente all'inerzia si dia il nome di forza. Non va certamente tra le forze vive riposta; mercè che col moto, e colla quiete ugualmente si accoppia, ed una data quantità di materia nell'una, e nell'altra positura è del pari pigra, ed inerte. Non si debbe tampoco annoverare tra le forze morte

reſiſtenti, le quali coi replicati innumerabili oſtacoli eſtenuano paſſo paſſo la ſorza viva, ed in progreſſo totalmente la eſtinguono. Ciò non ſuccede nell'inerzia, che ripugna bensì al cangiamento di ſtato, ma ſenza infievolire nè punto, nè poco la forza viva, che lo introduce.

Mi ſi chiederà, qual dunque è il concetto, che dell'inerzia abbiamo a formarci, e quale il ſuo vero uſſizio, per cui in un certo modo tempera eſſa le azioni, e le reazioni? L'incomparabile Cavalier Nevvton, che più internamente l'ha conoſciuta, ſoleva chiamarla una virtù inſita, da cui la materia va ſempre accompagnata. Per la qual coſa non le conviene, a parlar eſattamente, la nozione di forza, o viva, o morta, nè quella di vera cauſa, o di effetto reale. Eſſa nulla di nuovo in Natura produce, nulla diſtrugge: ma modera ſoltanto le forze d'amendue i generi, che da tutt' altro principio, fuorchè da lei, riconoſcono la loro origine. Non ſi adopera dunque, ſalvo che in diſtribuire le forze, che per avventura ſi trovano in azione, e ciò con qualche rapporto alle maſſe: e queſto ſi è l'unico effetto, o per dir meglio, l'unica particolarità, a cui viene abilitata. Concioſſiachè la pigrizia de'corpi non ha vigore di minorare la forza primitiva, e molto meno di accreſcerla, ma ſemplicemente in compartirla s'impiega: laonde io la riporrei ſotto la claſſe delle condizioni puramente determinanti, di cui non mancano gli eſempj in Fiſica, e le quali ſecondo le circoſtanze ſan sì, che naſca l'una piuttoſto, che l'altra diſtribuzione, ſalva ſempre l'energia della cagione operante, che a variamento non è ſoggetta.

VII.

Inſiſtendo ſull'addotto eſempio, ſia la ſorza iniziale, da cui è animata la palla $A = \frac{A \cdot U^a}{2}$ prima di comunicare il moto alla palla B, e ſeguita la colliſione giuſto i canoni de'corpi molli, ci ſi preſenti in tre membri diviſa. Una parte rimanga nel mobile A, la ſeconda al ſolido B ſi partecipi, e la terza nella doppia ammaccatura ſi ſpenda. Egli è certo, che la ſomma delle predette tre forze alla primitiva s'uguaglia, e che niente di nuovo concernente la quantità delle forze ſteſſe in Natura o ſi annichila, o ſi crea. Conſeguentemente altro non ſuccede, ſe non che quella ſorza, da cui era affetta la sfera A avanti l'urto, e che ſtava, per così eſprimermi, nel ſolo corpo A epilogata, appoco appoco abbandona in parte il ſuo primo ſoggetto, ed entrando in un altro, in più porzioni equivalenti al ſuo tutto ſi diſuniſce. Ed è notabile, che ſinattantochè l'azione ſi compie, ad ogni minimo paſſo ambo le maſſe A, B ſucceſſivamente mutano ſtato, e che una novella partigione della forza totale, a norma delle leggi eſpoſte, di tempo in tempo s'introduce. Se poi ne'corpi elaſtici le due contuſioni gradatamente ſi reſtituiſcono, torna in campo l'inèrzia reſtìa ad altre differenti mutazioni di ſtato, e naſce una nuova economia ne'ſucceſſivi compartimenti della forza iniziale.

Non

Non è difficile a comprenderſi, d'onde provenga l'inerzia, proprietà innata della materia, ed inſeparabile dall'eſſere corporeo. Eſſa è una coſa medeſima coll'impenetrabilità, ed in ordine a ciò un attributo ſoltanto paſſivo, che conſiſte nella ripugnanza a cangiare ſtato in proporzione della maſſa, e fa sì, che ogni corpo nell'acquiſtare, o perdere la forza eſerciti una pari ritroſia. La ſolidità della materia ricuſa aſſolutamente d'eſſere penetrata, ma non già di ricevere in ſe ſteſſa dall'agente eſtraneo una qualche impreſſione: e per quanto l'azione ſia molto picciolisſima, tale ſarà bensì la reazione, ma di neceſſità dovrà naſcere l'effetto corriſpondente. Per la qual coſa una maſſa ammette non ſenza contraſto un grado minimo di forza partecipata; perchè nell'atto medeſimo alla cauſa operante lo toglie: ſebbene l'oppoſizione è così fievoliſſima, che laſcia vincerſi da qual ſi ſia infinitesimo impulſo. In ſimil guiſa ſi diſcorra intorno l'inerzia ſuperata da qualunque fluſſione di forza viva, che ad ogni paſſo ſi comunica al corpo paziente, e l'obbliga a mutare ſtato, non oſtante la natia ripugnanza; e ſi conchiuda, che l'impenetrabilità, e l'inerzia, le quali nelle aſſegnate proprietà del pari convengono, ſono lo ſteſſo ſteſſiſſimo attributo inſerito nella materia, che unito alla trina dimenſione ne coſtituiſce l'eſſenza, e che con due differenti vocaboli ſignificanti una ſola coſa ſi eſprime.

La palla A dotata di forza viva urti nella B poſta in quiete; egli è paleſe, che la prima non può proſeguire il ſuo viaggio, ſe non penetra la ſeconda, o pure ſe non la caccia di luogo. La ſfera B non conſente d'eſſere penetrata, perchè non ſarebbe un corpo: è bensì pronta a cedere al colpo; ma non può farlo, ſe non ſi muove con qualche celerità, e non acquiſta una porzione di quella forza, che riſiedeva nella palla, che la perſeguita. E queſta come perderebbe in parte la ſua forza, ſe non foſſe inerte, ed impenetrabile? Anco le contuſioni importano cangiamento di ſtato; perchè quando un ſolido muta figura, non perſiſte nella ſua primiera coſtituzione. Ed in tanto nell'ammaccare ſi conſuma forza, in quanto le particole, ſu cui cade la percoſſa, ſiccome impenetrabili a variar di ſito ſono coſtrette.

E perchè in ogn'incontro ſta ſaldo l'aſſioma, che l'aggregato degli effetti ben miſurati s'uguaglia alla ſomma delle cagioni, o ſia nell'atto, che il movimento ſi trasferiſce da maſſa a maſſa, o ſia dopo terminata la comunicazione; s'inferiſca, che l'impenetrabilità, e per conſeguenza l'inerzia, non può in altro adoperarſi, ſuorchè nel procurare una giuſta diſtribuzione della forza primitiva, regolandoſi il partimento ſulla quantità della materia, la quale, ſiccome ſubbietto, la predetta virtù inſita ſoſtenta.

Appreſſo un qualſivoglia corpo, o che ſi muova, o che ſtia fermo, è ſempre ugualmente impenetrabile; imperocchè queſto attributo eſſenziale alle coſe materiali non ammette accreſcimento, o diminuzione, ſe non ſe in quanto può aumentarſi, o ſcemare la maſſa, che in ogni ſua particella eguale è corredata d'una pari impenetrabilità. Ma ſimilmente, conforme ho di ſopra provato, una quantità data di materia è guarnita della ſteſſiſſima inerzia, in qualunque circoſtanza ſi trovi, o di ripoſo, o di movimento, conſervando in ſe medeſima l'innata ripugnanza alla mutazione del proprio ſtato; dunque torna in campo l'illazione, che nelle ſteſſe proprietà

eſat-

esattamente convengono l'impenetrabilità, e l'inerzia; dunque non c'è motivo, per cui abbiano a distinguersi, e a separarsi.

VIII.

Dopo aver ragionato quanto basta intorno la ripugnanza a cangiare stato, mi faccio a considerare, in che consista, e da qual origine la reale mutazione provenga. Queste due particolarità affatto diverse non vogliono insieme confondersi. La materia in qualità d'impenetrabile, ed inerte, lungi dal promovere qualsisia mutazione, vi si oppone indefessamente. Il corpo varia di stato ogni qual volta è costretto a ricevere nel suo seno un grado di forza, che non aveva da prima, o a perderne una porzione, di cui era precedentemente fornito. Il cangiamento attuale di stato adunque ricresce, o scema, conforme che alla massa viene impressa, o levata dagli agenti estrinseci una maggiore, o minore quantità di forza, e per conseguenza è proporzionale a cotali forze o tolte, o impartite. Ma qual principio riconoscono esse, se non se le azioni delle forze morte, o vogliam dire i conati minimi, che al corpo paziente si vanno a gradi a gradi applicando? Dagli sforzi dunque elementari, che accompagnano le masse per ispazj inassegnabili, nascono le flussioni del mutamento di stato; ed il total mutamento, terminato il contrasto, si eguaglia alla somma delle azioni accelleranti, o delle reazioni ritardanti. Per la qual cosa vengono a sesta gl' integrali

$\int \cdot fds = \frac{mu^2}{2}$, $\int rds = \frac{m.c^2}{2} - \frac{mu^2}{2}$, che misurano del pari e le forze,

che passano dall'una all'altra massa, ed i cangiamenti di stato, ai quali i corpi soggiacciono. A questo passo riflettasi, che nelle premesse formole, entrandoci indispensabilmente le masse, non ne vien escluса l'inerzia.

L'estensione solida è restia al moto locale, al tremito delle parti, alle contusioni, allo spezzarsi, a separarsi in minute schegge, allo scioglimento dell'unione, ed a parecchie simili particolarità da me toccate nell'antecedente capitolo. Ognuno di questi effetti ha la sua scala a parte di forze sollecitanti, quantunque per lo più sconosciuta; mentre non se ne sa determinare, e costruire la curva locale appropiata. In ciascun corpo altresì risiede la solita ripugnanza a tali mutazioni, che lasciandosi vincere dagl'iterati estern'impulsi, senza punto estinguerli, o debilitarli, è atta nata soltanto a compartire opportunamente le forze operatrici. Io per me giudico, che non diasi fisico cangiamento di stato, se il tutto, o le parti, o taluna d'esse non si trasferiscano da luogo a luogo; imperocchè non succedendo novità di sorta, rispettivamente alla sostituzione, in cui il corpo si ritrova, nè c'è causa agente, che si adoperi nell'introdurla, ne esercita il suo uffizio l'inerzia. Fa di mestieri star inteси alla diversità degli effetti, e spezialmente alla quantità della massa o costante, o talvolta variabile, che si obbliga a mutare stato, ed al grado di mutazione, che le si partecipa.

Ne

Ne prendo un ſaggio dalle ammaccature. Qualora due palle vengono all'urto, e ſul bel principio appena ſi toccano, l'alterazione della figura è quaſi inſenſibile, e pochiſſime particelle cedono, e cambiano ſito. In progreſſo poi, quando i ſegmenti sferici ſeguitano l'un contro l'altro a ſpianarſi, ovvero il conveſſo dell'uno nel concavo dell'altro s'interna; la forza, che vi s'impiega, cozza con una maggiore copia di materia, e ſi comunica ad un maggior numero di particole, che colle loro reſiſtenze, di qualunque genere eſſer ſi poſſano, ci fanno contraſto. Dalla eſpreſſione generale $rds = -mudu$ non ſi trae coſtrutto; non perchè nel noſtro caſo non abbia luogo, ma perchè le variabili r, m dinotanti le reſiſtenze, e le maſſe, ci ſono talmente ignote, che non danno campo all'integrazione.

Aggiungo, che tenute ferme le maſſe, e le celerità delle predette due palle, ſe una di eſſe è più dura, e l'altra più molle ſi diverſifica la partigione di quella forza coſtante, e nota, che in ambo le contuſioni ſi ſpende. E la ragione ſi è, che ſperimentandoſi aſſai più facilità nell'ammaccare il globo cedente, l'azione in gran parte da quel lato ſi volta, e conſeguentemente mettendoſi in movimento una maggior quantità di maſſa, e con maggior velocità, ſi aſſorbe, per così dire, una maggior porzione della menzionata forza. Per ultimo ſappiaſi, che negli inveſtigamenti dinamici faſſi della inerzia pochiſſimo uſo. Il principio viene piuttoſto implicitamente aſſunto, che adoperato eſpreſſamente. Anno meglio amato i Meccanici di valerſi della maſſa proporzionale all'inerzia, e le formole comuni ſuperiormente da me addotte me ne rendono teſtimonianza.

CAPITOLO SETTIMO

Della durezza.

I.

LA durezza de' corpi è un fenomeno talmente oſcuro, ch'ha ſuperata la ſagacità de' più accreditati Filoſofi. Per metterlo in qualche buona veduta, non troveremo mai nè capo, nè via, ſe non ſi chiama in ſoccorſo un metodo accurato, e rigoroſo, che ci ſerva di ſcorta, e non ci laſci andar di traverſo. Baſterà, che ci appaghiamo di quel poco, che può ſaperſi, e ciò ſi ottiene tentando a tutto potere di ſcoprire alcune verità più paleſi, che ad un'intelletto attento non ſi naſcondono. Vi è certamente durezza ne' compoſti, e ſi diſputa, ſe ci ſia durezza ne' primitivi elementi. Vuol dunque la retta ragione, che ſi proceda dal noto all'ignoto, e non al roveſcio, e che prima d'ogni altra coſa alquant'incontraſtabili principj, ſiccome baſi de' noſtri inveſtigamenti, ſi ſtabiliſcano.

II.

II.

Sia il primo, di cui ſiamo debitori al Cavalier Nevvton, che d'un ammaſſamento di corpicciuoli duri, e diſgiunti può comporſi un fluido, che prontamente ceda dai lati, e che ad ogni minima forza, che vi s'impieghi, ſi metta in moto ed ondeggi: laddove d'una maſſa perfettiſſimamente fluida, e cotale ſi è la materia ſottile del Carteſio, un corpo duro non può formarſi. Un pò d'attenzione è ſufficiente, ſenz'altra prova, a convincerci dell' evidenza del pronunciato, dal quale inferiſco, che l'ultima analiſi della materia, in quanto fiſicamente diviſibile, non va a terminare in una ſquiſitiſſima fluidità, e non diſcende per fino ai punti individui, ma ſoltanto perviene ai corpuſcoli ſolidi, e di durizia forniti.

III.

Sia la ſeconda propoſizione di pari certezza. Non ſi vuole confondere l'aſſoluto col relativo: maſſima, che trafcurata, come pur troppo frequentemente interviene, vizia i noſtri raziocinj, e di paralogiſmi gl'infetta. Ponghiamci in guardia, e riflettiamo, che non ſi dà in Natura durezza, ſalvo che relativa; concioſſiachè non ci ha miſto, per quanto conſiſtente ſi finga, che a qualche forza non ceda, e maſſime al vigore della percoſſa. I marmi ſotto lo ſcalpello ſi ſcheggiano, i metalli col martello ſi domano, e per fino i diamanti gagliardamente battuti ſi ſpezzano, e dalle ruote ſi ſtritolano. La fermezza dunque è proporzionale a quel grado finito d'energia, di cui ſi fa uſo per vincerla. Dobbiamo liberarci da un comunale pregiudizio, il quale ci porta a miſurar le durezze col fallace criterio de'noſtri ſenſi. Chi non ſa, che un fanciullo non valevole a rompere un corpo, aſſai duro lo ſtima, e che tale non pare ad un uomo robuſto, che ci ſpende poca fatica.

Parlando accuratamente, avrebbe a diſtinguerſi la ſaldezza naturale, che ad un qualche miſto compete, dalle accidentali reſiſtenze, con cui, variate le circoſtanze, alla rottura ſi oppone. Benchè non ſi alteri nè punto, nè poco la coerenza delle particole componenti, ciò non oſtante, la mole', la figura, e parecchie altre particolarità fanno sì, che ricreſca, o ſcemi la ripugnanza d'un corpo ad eſſere ſpezzato. Una trave, in cui il piano alla ſchiena ſtia in proporzione come il lato d'un quadrato al diametro, o come l'unità alla radice del binario, è della maſſima robuſtezza, ed il maſſimo peſo ſoſtenta. Ci faranno delle altre travi, che quantunque di pori, o di maggior mole, ſi ſperimenteranno meno gagliarde. Baſti queſto tocco alla sfuggita; perchè l'internarmi in tali vicende, propriamente al mio ſuggetto non appartiene.

IV.

Propongo il terzo fondamentale principio, e giro per un altro verſo il diſcorſo. Quante volte compariſcono in Fiſica fenomeni ſimiliſſimi a primo

mo aſpetto, che inducono i Filoſofi a crederli procreati o dalla ſteſſa cagione, o almeno da cauſe tali, che ſi corriſpondano con una ſtrettiſſima analogia. Ma bene ſpeſſo a partito s'ingannano, deluſi dall'apparente ſomiglianza; imperocchè molti, e diverſi artifizj ſovente mette in opera la Natura, in produrre effetti, ne' quali è malagevol coſa il diſcernere la differenza. Ci vuole una ſcrupoloſa attenzione, e ſopra tutto giova venire ai confronti, ed eſaminare diſtintamente le individuali particolarità. Ciò, che non ſi ſcorge in una occhiata paſſeggiera, ſi ravviſa talora aguzzando ben bene la viſta, e contemplando da tutti i lati i compoſti: lo che non ſi conſeguiſce, ſe non ſe in parte, ed imperfettamente, aggiungendo eſperimenti ad eſperimenti, e conſeguenze a conſeguenze. Queſto canone di metodo ci renderà alle occaſioni più circoſpetti; onde in qualche errore maſſiccio non ſi precipiti.

La ſermezza, la rigidità, la coerenza, e che ſo io, ſono tutte nozioni equivoche, le quali non ci mettono anzi gli occhi dell'intelletto concepimenti chiari, e diſtinti. Non ci ha corpo duro, e ſolido, che alterate le circoſtanze, ſenza punto mutar di natura, non ſi trasformi in pieghevole, in fluſsibile, e tal fiata in liquido. Non occorre perder di mira queſti cangiamenti, che tutto dì ci ſi affacciano, dai quali ſiamo ammoniti, eſſere la durezza un fenomeno compreſo ſotto un ſolo vocabolo, ma non ſotto una ſola idea, ed un effetto ambiguo, che deriva da cagioni onninamente diſparate.

Per la qual coſa inveſtigando noi la natura, e le proprietà della durezza, non ſi creda di poter ſoddisfare a tutte le fiſiche apparenze con una ſola ſpiegazione. Ogni Capo di Setta ha fatto pompa della ſua particolare ſentenza, e ſi è ingegnato a tutto coſto di difender la propria, e d'impugnare le altrui. Non nego già, che tal una d'eſſe in molti caſi non venga ad uſo, ma generalmente non mai. E per ciò non biſogna formarſi un' ipoteſi, che a tutte le altre dia l'eſcluſione; concioſſiachè alla Natura, per raſſodare le maſſe, differenti meccaniſmi non mancano. Quando dunque ſi piglia ad eſaminar la coerenza d'un dato corpo, non s'abbia in viſta un ſiſtema univerſale, che a tutti i ſolidi del pari convegna, e ſappiaſi, che negl' incontri particolari altrettanti problemi ſi prendono a ſciogliere. Ci ſaranno de' principj più, o meno comuni, che a parecchi caſi ſi adattano, ma ora uno, ed ora l'altro, e bene ſpeſſo miſti, e confuſi, e di più elementi compoſti: laonde il diſtinguerli partitamente, ed attribuire a ciaſcuno d'eſſi il loro ſingolare uffizio, è una quaſi impoſſibile impreſa.

V.

Diamo una ripaſſata ſopra i varj generi delle durezze. Di fibre in fibre in mille maniere intralciate ſi compongono i legni, e di fili ſtrettamente attorcigliati le ſuni. Il legno verde facilmente ſi piega, e difficilmente ſi ſcavezza; nel ſecco ſuccede tutto all'oppoſto: così un poco di umido, che ſpalma le fibre, induce una differente indole di ſermezza. E' vecchia quaſi a pari degli uomini la quiſtione, per qual cauſa il calore del

Sole, o del fuoco ſquagli il burro, e la cera, ed induri il loto, e la creta molle. Certe materie duriſſime, e fragili, come il vetro, e le gemme, quando un pezzo dall'altro ſi ſpicca, ci preſentano due ſuperficie talmente liſcie, e ſpianate, che non ſi ſa capire qualmente poteſſero forte connetterſi. Sembra dunque, che due piani, i quali eſattamente ſi combagiano, alla ſaldezza contribuiſcano: e ne abbiam la prova in un pajo di laſtre di marmo, o di vetro ottimamente pulite, e leggermente bagnate, che ſoprapposte a fatica ſi ſtaccano.

I metalli, che coſtipati s'indurano, e che fan moſtra di tanto ſodi, e maſsicci, dall'acque chimiche appropiate in minutiſſime particelle ſi ſciolgono, e dal fuoco gagliardo ſi fondono. Al contrario i marmi, ed i ſaſſi ſi ſpezzano in picciole ſchegge, che nell'aſprezza delle ſuperficie ci danno indizio del loro naturale attaccamento. Queſti eſpoſti a violento fuoco, giuſto la diverſa paſta, di cui ſono ſtati compoſti, parte ſi calcinano, e parte ſi vetrificano. I ſali dal fuoco ſteſſo ſi ſquagliano, e dall'acqua prontamente ſi liqueſanno, ed ivi ſoſpeſi, e diviſi in atomi vanno nuotando. Le gomme indurate non cedono, ſe non ſe a meſtrui più ſpiritoſi, ed in oltre ci ſono de' miſti poco conſiſtenti, che dai fluidi, e per ſino dall'aere ſi macerano, e ſi corrompono. E quì ſi noti, che la fermezza con molte proprietà d'indole affatto differente ſi accoppia. Alcuni corpi nel tempo ſteſſo ſono oltre modo duri, ma fragili come i diamanti; altri friabili, che facilmente ſi ſfarinano, come i ſali. Quanti diverſi generi poi di adeſioni ci ſi parano innanzi ne' legni, ne' marmi, e ne' metalli! Baſta dare un'occhiata alla ruvidezza delle ſuperficie a forza diſgiunte, per accertarſi de' varj modi, con cui le fibre prima della rottura erano mutuamente inviluppate.

VI.

Che diremo di quella ſorta di liquidi, che meſcolati inſieme in maſſe ſolide ſi trasformano? Rifuggirei all'Arte Chimica, che me ne porge alquanti curioſi eſempj, ſe la Natura non me ne deſſe un ſaggio nella maravigliosa formazione del ghiaccio. I Fiſici anno oſſervato, ch'ella ſi comporta a guiſa d'una perita teſſitrice. Raccomanda in prima l'orditura a qualche coſa di ſodo, cioè alle ſponde de' fiumi, e del mare, o agli orli d'un vaſe, e ne ſtende gli ſtami per lungo, e poi colla trama di traverſo gli riempie, onde ſi lavori una tenuiſsima tela. Quindi proſeguiſce l'operazione, aggiungendo in profondità filo a filo, e ſtrato a ſtrato fin a tanto che, dove penetra il freddo colla ſua forza, la maſſa traſparente s'induri a ſimilitudine di criſtallo. Il diaccio è ſpecificamente più leggieri dell'acqua, e ſiccome tale in eſſa galleggia. Ma nella macchina Boileana cala a fondo, ed il fluido acquoſo ſi gela a guiſa di ſorbetto, ed in una mole conſiſtente non ſi raſſoda.

C'è un altro ſtrano fenomeno notato da Olao Borrichio, viene a dire, che l'acqua marina nell'atto di rappigliarſi depoſita tutto il ſuo ſale. Un mio dotto amico ſi è preſa la cura di replicarne l'eſperienza in Vinegia, ed eſpoſti all'aria notturna, e rigidiſſima due catini eguali, uno pie-

no

no d'acqua ſalſa, e l'altro di dolce: trovò queſta dopo poche ore interamente agghiacciata: non così l'altra, che non tutta, e ſoltanto nella parte ſuperiore ſi congelò, reſtandone nel fondo del vaſe una qualche porzione, che fluida ſi mantenne, ma tanto acre, e pregna di materia ſalina, che la lingua non ne ſoffria le punture. Sciolto poſcia il pezzo indurito, l'acqua ſi ſe ſentire inſipida al guſto, e del ſuo ſale onninamente ſpogliata. Quinci è notabile, qualmente i ſali applicati al di fuori, e che ſtanno intorno al vaſo, in cui ſi contiene il liquore, ne promovono il congelamento: laddove lo impediſcono qualunque fiata il fluido ſe ne trova imbevuto, e perchè naſca l'effetto, egli è neceſſario, che il ſale ſi ſepari. Dopo le addotte particolarità, crediam noi d'aver tanto alle mani per iſvelare il recondito magiſtero, con cui la Natura lega ſtrettamente inſieme le particole acquoſe, ed aeree, onde acquiſtino coeſione, e rigidità?

VII.

Poco diſſomigliante induſtria viene uſata dalla Natura nel rappigliare per mezzo della gelata i liquori più ſpiritoſi. Queſti s'agghiacciano tutto all'intorno in una ſoda croſta, e durante la congelazione, il ſucco più attivo, che fluido ſi conſerva, dall'altro ſi ſpreme, e ſi ſepara, e nell'interno in piccola quantità ſi concentra, e raccoglie. Il diaccio liquefatto è oltre modo ſcipito, e perde in gran parte il nativo guſto, ed anco l'odore, e la tinta. All'incontro la porzione, che perſevera ſciolta, ed intorno al centro ſi aduna, acquiſta qualità, e vigoria, ed in uno ſpirito forte, e penetrante ſi cangia: laonde per rimettere la priſtina bevanda, haſſi a ſquagliare la croſta gelata, ed a meſcerla, ed incorporarla col prefato vigoroſo liquore. Così ammoniti dal biſogno, e dall'eſperienza fecero gli Olandeſi, quando aſtretti a ſvernare nella nuova Zembla, ſi videro convertita in ghiaccio l'acquavite unico loro riſtoro in quel freddiſſimo, ed inſoffribile clima.

A me di vedere un ſimiliſſimo effetto è toccato in ſorta. Nel verno dell'anno 1709, in cui venne a Vinegia il Re di Danimarca, ſi ſe ſentire fuori del conſueto un acutiſſimo freddo. Aveva io alquanti fiaſchi di vino puro, e di ottima qualità. Non mi andò fatto di preſervarli dal gelicidio, ed i vetri in minuti frammenti ſi ruppero. Mi reſtò dunque in mano il liquor raſſodato ſotto la figura del fiaſco. Mi avviſai di ſpezzare colla mannaja la dura ſcorza, e mi accorſi, che il luogo di mezzo era occupato da una materia fluida, alquanto più denſa, e più colorita, che non eccedeva la nona, o la decima parte di tutto il vino. S'io diceſsi, che una tal quint'eſſenza eſpreſſa dal freddo, ed immune dall'empireuma igneo, che infetta le comuni manipolazioni, è un liquore a nullo altro ſecondo, dotato d'un ſapore, e d'una fragranza tale, che non ſo d'aver aſſaggiato il migliore, non direi forſe troppo. Dio faccia, che una fiata, o l'altra la moderna delicatezza non lo procuri ad accreſcere il luſſo, ed il diſpendio delle menſe nobili.

VIII.

Meſsa per poco la Natura da canto, mi rivolgo alle Arti, e conſidero con qual induſtria ſi adoperino, per congiungere inſieme i pezzi della ſteſſa, o di differente materia; onde di più corpi un corpo ſolo ſi faccia. Ci porge un grand' ajuto la fuſione, per mezzo di cui i metalli eſtratti dalle viſcere della Terra, ed in minute particelle diviſi, prima ſi purgano, indi colla violenza del fuoco in maſſe riduconſi, e finalmente ſi dà ad eſſi la forma, che più ci aggrada. Con pari artifizio ſi cava il vetro dai ſaſſi, e fin a tanto che l'agent' eſterno tiene diſgiunte le particole componenti, e le agita, e le ſconvolge, per guiſa che unirſi non poſſano; i menzionati corpi an ſembianza di fluidi, e perchè s'indurino, baſta, che ceſſi l'azione. Pare dunque, che la ſermezza dipenda in parte dalla quiete, e dalla coſtipazione accreſciuta: ma ci vorrà quel non ſo che di più, per cui una particola alle contigue ſortemente ſi attacca.

Sebbene fa d'uopo guardarſi da un equivoco. Si prova dello ſtento in rompere un corpo duro, maſſiccio, ma la coſa non va così ne' minimi componenti, l'adeſione de'quali è così debole, che da ogni piccioliſſima forza vien ſuperata. Un tocco, un ſoffio gli ſtacca, altrove li traſporta, e quà, e là li diſperge. In tal guiſa le monete ſrequentemente maneggiate ſcarſeggiano, e gli anelli d'oro portati in dito inſenſibilmente ſi logorano. C'è in Roma una grande ſtatua di bronzo rappreſentante S. Pietro, il cui piede è quaſi conſunto dagl'iterati bacj impreſſi dalla turba innumerabile dei devoti. Chi poteſſe ridurli al calcolo, e ſapere, quanto ſia menomiſſima oltre ogni credere la porzioncella, che ad ogni accoſtamento del labbro ſi deliba, e benchè non vada in nulla, ſi dilegua, e ſi perde; verrebbe a conoſcere l'immaginabile diviſibilità della materia, e nello ſteſſo tempo a comprendere, quanto poco ci voglia a diſgiungere l'una dall' altra le particiuole elementari, e quanto ſia inaſſegnabile la loro coerenza.

IX.

Non deggiono porſi in cale i varj generi di cementi, e delle colle, per cui un ſolido all'altro quaſi indiſſolubilmente ſi appicca. Le ſaldature uniſcono i metalli, e conſiſtono in un po' di metallo diſciolto (il rame è il migliore, ed il più tegnente) che ſi mette infra due, e li rareſà, e vi s'inſinua, indi raffreddandoſi s' indura, e li conglutina. Per connettere due baſtoni di ferro, conviene infocarli, onde diventino una paſta alquanto molle, e cedente. Sovrappoſti ſi battono a colpi di martello, e ſi domano, per modo che le fibre s'intralciano, s'intricano, ed inſieme ſtrettamente ſi abbracciano. Rimeſſe poi dal freddo nel loro ſtato naturale con gran difficoltà ſi divellono.

I legni, ed i marmi richiedono per congiungerſi differenti ſpezie di glutini. Ma prima ſa di meſtieri preparare le colle compoſte di materie tenaci, e viſcoſe, le quali in molte maniere, o ſciogliendole al fuoco, e tal vol-

volta coll'acqua meſcendole, e ben bene maneggiandole, come quella di formaggio uſata dai Legnajuoli, s'inteneriſcono, e ſi rendono poco meno che liquide. Unte a dovere le due ſuperficie a bello ſtudio intaccate, e fatte ſcabre, inſieme ſi adattano, e forte col torchio, o con qualche ordigno equivalente ſi ſtringono, e l'una contro l'altra ſi premono; per guiſa che la materia molle, e bene ſpeſſo bollente riempia le piccole cavità, e penetri eziandio ne' pori de' corpi, che quanto ſono più rari, tanto meglio ſi avviticchiano. Si laſcia poi, che col tempo inſenſibilmente ſvaniſca l'umidità contenuta nel glutine, il quale appoco appoco acquiſta maggior fermezza, e tiene ſaldo di ſorta, che i legni ſi fiaccano ſovente in tutt'altro ſito, fuorchè in quello, dove ſono ſtati tenacemente incollati.

X.

Dirò alquante parole intorno il cemento, che nelle fabbriche comunemente ſi adopera. Chi ſi ſarebbe avviſato, che per ergere una vaſta mole, e maſſiccia, formata di migliaje di pezzi, prima ſtaccati, e poſcia sì fattamente conneſſi, e conglutinati, che non cedono all' impeto de' turbini, ed alle ſcoſſe de' tremuoti; s'aveſſe a ſcerre una ſpezie di ſaſſi atti a calcinarſi nelle fornaci, i quali cotti a dovere, ſe d'acqua abbondantemente s'inzuppano, queſta penetrandoli bolle a ricorſojo, ed unita alla ſoſtanza del fuoco, che ſi ſprigiona, ed alle particole più ſottili della calcina, eſala in un fumo denſo, e corroſivo, che da per tutto all'intorno ſi ſpande. Ceſſato il tumulto, rimane nella buca una polta bianca alquanto tegnente, e cauſtica, che raffreddata alle occorrenze ſi riſerva. E quando ſe ne vuol far uſo, conviene di bel nuovo bagnarla con acqua in copia, e ben bene con ſabbia macra meſcerla, ed incorporarla. Così l'intriſo da noi chiamato malta artifizioſamente s'appreſta.

A chi ſiamo debitori di tal antica invenzione non rendo conto: ſo bene, che ſe per avventura ſi perdeſſe, ſiccome di tant'altre vecchie ritrovate è ſucceſſo; non ſarebbe tanto facile il richiamarla dall' obblivione; imperocchè troppo ci vuole per iſcoprirla, conforme ſuol dirſi *a priori*, e converrebbe raccomandarſi al caſo, piuttoſto che al raziocinio. Ora l'intriſo tiene quanto baſta congiunti i mattoni prima tuffati nell' acqua, le pietre vive, i macigni, ed anco i ſaſſi rotondi, e fluitati, fin a tanto che ſi va alzando la ſtruttura, quantunque eſſo tenero, e fluſſibile per molto tempo ſi mantenga. Col dileguarſi poi appoco appoco dell' umido, che ha ſervito ad impaſtarlo, ſi raſſoda a conſiſtenza di marmo, onde agli ſcalpelli reſiſte, e tanto più s'indura, quanto più lentamente ſi aſciuga, quanto un maggior peſo vi ſi addoſſa, e quanto è più vecchio l'edifizio.

Un ſimil lavoro ſi mette in opera dalla Natura in quella ſorta di corpi, i quali erano certamente fluidi nella loro primiera origine, e che col progreſſo de' ſecoli, ſvaporando inſenſibilmente l'umidità, che li tenea ſciolti, e ſlegati, ſi ſpogliano a gradi della mollizie, ed acquiſtano una ſtraordinaria fermezza. Tra queſti annovero i Criſtalli montani, le gemme, e le varie ſpezie di marmi: e ne abbiam un ſicuro indizio, dal vede-

re

se nel loro interno racchiuse, e convertite in petrigne le foglie, l'erbe, e persino gl'insetti, e le chiocciole terrestri, e marine. Que' marmi finissimi di Sicilia, che lumachiglie si appellano, sono impastati di lumache di mare da un tenace cemento insieme conglutinate, che ne riempie i vani, e forma una massa durissima di parti eterogenee composta.

CAPITOLO OTTAVO

Esame delle sentenze de' Fisici intorno la durezza.

I.

NOn verrei mai a termine dell'inchiesta, se volessi spaziare per tutti i generi delle differenti durezze, ed indagare partitamente, in quante fogge si diversificano, e qualmente si mescano gli eventi, da cui sono accompagnate, o prodotte. Dimando intanto, se gli effetti tutti di passaggio toccati, con altri, che per istrada ci si presenteranno, e con moltissimi, che alla scarsa cognizione saranno senza fallo sfuggiti, da una sola cattolica ipotesi abbracciare si possano? Penso, che non s'abbia a tergiversare sulla risposta, e che i Fisici verranno con meco in opinione, che bisogna moltiplicare le cause a norma della varietà dei fenomeni.

Per la qual cosa non si vuol trasandare ciò, che i nostri più riputati Maestri dopo lunghe meditazioni ci anno insegnato; conciossiachè, sebbene non avranno totalmente esausto l'oltre modo esteso subbietto, nè sempre afferrata la verità; non resterà però, che qualche bello, e buono divisamento non sia loro uscito dalla penna, e che non abbian luogo, almanco in certi casi particolari, le differenti sentenze, che forse intanto sono mancanti, in quanto se n'è fatta una troppo generale applicazione.

II.

Mi si conceda, ch'io non m'inviluppi in certe metafisiche supposizioni, intorno l'esistenza delle quali i Filosofi non van d'accordo, ed io confesso ingenuamente di non intendere verbo. Esse si lavorano a fior d'astrazioni della nostra mente, e dopo un longo giro di aridi concetti vanno finalmente a terminare in una misteriosa parola affatto vuota di senso. Non c'è cosa più facile, quanto lo spiegar la durezza colle monadi del Leibnizio, in cui tutti i sintomi fisici stanno, per dir così, concentrati, ma solamente in potenza. Queste unità di Natura non sono nè dure, nè fluide, non estese, non mobili, o che so io, e pure in esso loro an gittare profonde radici, e pullulano secondo le occasioni la durezza, la fluidità, l'estensione, ed il movimento. Quinci andando dietro a sì fatte fantasie, poco ci

vuole

vuole a fare il gran ſalto, ed inneſtare nelle monadi, che certamente non ſanno d'eſſere, i ſorcoli delle coſcienze, e ſecondarle coi ſemi, dai quali germoglino le intime affezioni delle noſtre anime. Appreſſo nè punto, nè poco mi appagano le Newtoniane attrazioni, che ſi fingono atte giuſto le occorrenze ora a tirare, ed ora reſpingere. Non capiſco lo perchè, quando l'acqua in ghiaccio ſi converte, un po' d'aere, che parte ſcappa fuori, e parte nell'interno ſi rarefà, operi in maniera, che all'improvviſo ſi muti ſcena, e la forza repellente in attraente ſi cangi, conforme richiede una maſſa fluida, che in ſolida ſi trasforma.

Per dire il vero cotali ipoteſi mi rieſcon ſoſpette, ſe non ſe per altro, perchè in due parole, e con pochiſſima indagine ſi rende ragione di tutto ciò, che concerne la varia coerenza delle particole, che i miſti naturali compongono. Per me penſo eſſere queſto un giuoco di ſtudiate eſpreſſioni, che ſoſtanzialmente nulla ſignificano; imperciocchè altre chiavi ci vogliono, per aprire le porte della Natura, e per entrare ne' ſuoi più cupi naſcondigli. Mi appiglierò dunque ad eſaminare ſoltanto le più famoſe, e divulgate opinioni, che ai principj meccanici ſi appoggiano; concioſſiachè ſe non ci verrà fatto di mettere in chiaro ad uno ad uno gli artifizj reconditi della Natura, almanco non ci ſarà diſdetto di ſcoprire qualche coſa, e di ſpargere ſulla materia un qualche fievole barlume, che ad illuſtrarla cominci, laſciando la briga a' noſtri Poſteri di darle l'ultima mano, ſe mai a tanto potranno giugnere.

III.

Venga prima d'ogni altro in campo Renato Carteſio colla ſua quiete. Siccome coſtui al moto inteſtino, e perenne delle particelle componenti, cagionato dalla vertigine della materia ſottile, attribuiſce la fluidità; così per lo contrario pare, che al ripoſo d'eſſe un'accoſto l'altra deggia aſcriverſi la fermezza. In fatti queſto è un requiſito, ſenza cui non ſi ſa capire, qualmente la durità poſſa ſuſſiſtere; atteſochè l'agitazione interna, atta a tenere le parti ſtaccate, mal ſi accorda colla ſolidità. Qualunque volta in tempo di freddo acuto ſcema la forza dell'etere, ſi minora di conſeguenza, o ſi toglie affatto il moto delle particole più groſſe, che in eſſo nuotano; e perciò i fluidi gelano, e molti, come l'acqua, s'indurano; e non ſi ſcorge, che ci ſia biſogno d'altro glutine, che della ſola quiete; giacchè la gelata nella ſemplice privazione del movimento conſiſte,

In queſto mentre il P. Malebranche, a cui rimando il Lettore, nella ſua grand'Opera della Ricerca della verità, benchè Carteſiano, impugna gagliardamente il parere del ſuo Maeſtro, e profeſſa, che la quiete da ſe ſola non è baſtante a mantener l'adeſione. Un granello d'arena agevolmente dai contigui ſi ſepara, e lo ſteſſo dicaſi delle polveri macinate, e d'un cumulo di minuti corpicciuoli, i quali tanto ſono più sdrucciolevoli, quanto più liſci, e di figura, che più ſi avvicina alla ſferica. Sembra pertanto, che ci ſi richieda un non ſo che di vantaggio, per cui ſi avvalori l'unione degli elementi in ripoſo coſtituiti.

IV.

IV.

S'io voleſſi aſſumere la difeſa del Carteſio, ripiglierei, ch'eſſendo la durezza una proprietà non aſſoluta, ma relativa, come nell'antecedente capitolo ho inſinuato; accade bene ſpeſſo, che mutate le circoſtanze, intorno d'eſſa ſi formino differenti giudizj, e tal fiata direttamente contrarj. Poſi ſopra un piano una mole ſmiſurata, che da forza umana non poſſa ſmuoverſi, e faremo portati ad opinare, che attaccata forte al terreno, che le ſerve ſemplicemente di baſe, e con cui non ha conneſſione, formi ciò non oſtante con eſſo una ſola, e duriſſima maſſa. A quegli entomi inviſibili all' occhio, tutto che munito d'un finiſſimo microſcopio, i quali an ſortito per mondo un molto menomiſſimo ſpazietto, appariſcono i granelli di ſabbia ſiccome montagne immobili, ed inſieme concatenate. In tal guiſa vadaſi diviſando, e ſi conchiuda, che non conviene miſurar la Natura col criterio de' noſtri ſenſi, e che colla fermezza ſpeſſe fiate equivoca un ſemplice combagiamento.

Per la qual coſa non ſarei affatto alieno dall'aſſerire, che ſovente la quiete Carteſiana al relativo induramento contribuiſce, e maſſime, ſe le particole ſono diſpoſte in maniera, che alquante non poſſan muoverſi, e diſgiungerſi dalle vicine, ſenza che tirino in conſenſo un buon numero delle più lontane In tal caſo l'inerzia, o ſia la renitenza alla mutazione di ſtato, che nella materia riſiede, i gradi di forza viva, che ad una moltitudine di particelle nel tempo ſteſſo s'imprimono, ed i fregamenti, che vi ſi accoppiano, fan sì, che ſi ſenta una notabile reſiſtenza nel ſeparare, e nel traſferire da luogo a luogo quegli elementi, che da altra colla non ſono inſieme legati, ſalvo, che da un mutuo contatto.

E vaglia il vero, i corpi tanto più, o manco fermi ſi reputano, quanto maggiore, o minore fatica ſi dura nello ſciogliere le lor teſſiture, e nulla rileva, da qual cauſa ciò proceda, quando ſpezialmente s'ignora l'artifizio, con cui dalla Natura ſono ſtati commeſſi. Nelle maſſe ſtaccate, e ſottopoſte alla giuridizione de' ſenſi, nelle quali non ſi ravviſa coeſione di ſorta, non ſi prende inganno, e la loro ritroſia al movimento, e alla diſunione ai teſtè allegati motivi ſenza eſitazione ſi attribuiſce. Ma dove non arriva la viſta, ed il tatto, è facile ad equivocare, quaſi che ne corpicciuoli minimi non poſſa proporzionatamente aver luogo un ſimile magiſtero, che nei più grandi paleſemente ci ſi preſenta.

V.

Il lodato P. Malebranche, ripudiata la qtiete del Carteſio, per iſpiegare generalmente, in che la durizia conſiſta, ricorre alle preſſioni de' fluidi, ed in iſpezie alla forza ſterminata della materia ſottile. Non baſta, che i corpuſcoli immediatamente ſi tocchino; fa di meſtieri, che da un agente eſtrinſeco gli uni contro gli altri vigoroſamtnte ſi premano; laonde per iſtaccarli abbiaſi a vincere l'energia del fluido, che inſiememente forte gli

ſtrin-

ſtringe, ed uniſce. Quanto ſono più liſcie, e più eſteſe le ſuperficie, che ſi combaciano; tanto è più poſſente l'azione, e tanto più tenace la ſaldezza: la quale ricreſce per un altro titolo, cioè quanto manco fra atomo, ed atomo la menzionata materia ſottile s'inſinua.

L'etere, che col veicolo della luce è una coſa medeſima, certamente dal preſente Univerſo non vuole eſcluderſi, per ſurrogarci lo ſpazio vuoto, ed ozioſo de' Newtoniani. Egli è fuor d'ogni dubbio il grand'organo della Natura. Se poi, oltre gli ſtupendi effetti, che ne derivano, contribuiſce altresì alla fermezza de' corpi; l'ipoteſi mi pare così ragionevole, che non poſſa eſſere convinta di falſo, e che da un Fiſico diſcreto meriti d'eſſere adottata, almanco in figura d'un poſtulato. Il punto ſta, che ad ogni genere di durezza reſpettivamente non debbe, conforme ſi è diviſato, applicarſi. In ordine a ciò faremo ſempre all'oſcuro, a quali effetti particolari, ed in quali circoſtanze ci ſia conceduto adattarla.

VI.

Su tale incertezza gioverà appigliarci ai fluidi meglio conoſciuti, ed a noi, per dir così, familiari, ſu i quali non c'è diſdetto d'iſtituire gli eſperimenti. Nuotano i peſci nell'acqua, e nell'aere gli altri viventi. Abbiamo aria al di ſuori, che preme, ed aria al di dentro, che sfianca: e l'eſteriore coll'interna talmente ſi equilibra, che mantiene le membra in quel grado di conſtenza, che meglio a noi ſi confàce. Turbata l'economia, che conſiſte in un bilanciamento piuttoſto di moto, che di quiete, gli animali non reggono, e poſti nella macchina del Boile, coll'eſtenuarſi dell'aere ſi gonfiano, e muojono. Quinci ſi rende ragione d'un fenomeno, che ſuccede ne' cadaveri degli annegati. Queſti da principio vanno a fondo; e dopo qualche tempo galleggiano, e l'effetto all'aere ne' corpi morti racchiuſo ſi aſcriva; concioſſiachè perdendo le fibre nell'atto del corromperſi la lor nativa rigidità, e quella virtù elaſtica, per cui lo tenevano coſtipato, ſi dilata eſſo notabilmente, e gonfiando, i corpi, dai quali non trova l'uſcita, li rende più leggieri in iſpezie del fluido, in cui ſtavano immerſi.

Della efficaciſſima, ed appena credibil energia dell'aria, nel congiungere, e ſtringere inſieme i ſolidi, dal ſuo peſo, e dalla ſua elaſticità proveniente, ne abbiamo un eſempio ne' vaſti globi di rame al di dentro vuoti del celebre Ottone Guerichio Conſole di Magdeburgo. Metteva egli al mutuo contatto due emisferi uguali eſattamente combaciantiſi, per modo che otturati con diligenza tutt'i pertuggi, veniſſe vietato all'aria l'ingreſſo. Quindi cogli ordigni appropiati eſtratto l'aere interno, e ridottolo ad una tenuiſſima rarità; eſperimentò, che l'eſterno con tal vigoria premeva l'una contro l'altra le due ſemi-sfere, che per iſtaccarle, ci voleva una ſterminata violenza, e non erano alle volte ſufficienti le forze di alquanti cavalli con direzioni contrarie applicati. Veggaſi il Geſuita Gaſparre Scoto, che nella ſua Tecnica curioſa ci dà un'accurata deſcrizione di tali ammirande ſperienze. Egli è dunque indubitato, che dalla preſſione de' fluidi naſce frequen-

quentemente l'adesione, e la fermezza de' corpi di maggior, o minor durizia forniti.

VII.

Il celebre Signor Giovanni Bernoulli propone una spezie di paradosso, che i fluidi, senza punto cangiar di natura, concorrono tal fiata a produrre la durezza, e talora ad accrescerla. Cotali effetti a prima vista sembrano strani, e pure sono palesi, e comuni: Ma per lo più non ci si bada, e non se ne cavano le conseguenze. Abbiasi un pallone assaissimo tronfio, che appena ceda ad una robustissima compressione. Chi non sapesse altronde, che l'aria violentemente costipata fa tutto il giuoco, e non avesse anzi gli occhi, salvo che la sua consistenza; sarebbe portato ad annoverarlo tra i solidi duri, ed elastici, ed a porlo del pari colle palle d'acciajo, e di avorio.

Appresso nel globo d'argento, che gli Accademici Fiorentini riempivano d'acqua, e chiudevano esattamente con una vite, assai minor effetto faceano i colpi del martello nell'ammaccarlo pieno, che vuoto. E la ragione si è, perchè il fluido rinserrato, che non pativa d'essere sensibilmente condensato, e piuttosto trapelava a guisa di sudore per i pori del metallo, col sostenere in parte l'impeto delle percosse, aumentava di gran lunga la resistenza della corteccia d'argento, e la rendeva più salda, e più renitente a soffrire le contusioni.

Non sono lontano dal credere, che di simili artifizj, ed anche de' più reconditi la sagace Natura alle occorrenze si vaglia. A buon conto nel nitro l'aere si ravvisa oltre modo costipato; e chi sa, che la durezza di questo sale massimamente raffinato, come suol dirsi, a marmo in qualche guisa non derivi dall'addotta cagione. La Natura ci nasconde i suoi lavori, e li va perfezionando a tempo, e con segretezza; attalchè si giuoca ad indovinare, qualunque volta si presume di accertare, di qual meccanismo ne' casi particolari si disponga a far uso. Si contenti dunque un Fisico giudizioso di acquistare una qualche imperfetta contezza delle varie maniere, con cui può operare la gran Maestra; ma non si arrischj di decidere, qualmente di fatto in molt'incontri ella operi.

VIII.

Epicuro fa valere l'asprezza, e gli uncini de' suoi atomi. Ma quì ci si para innanzi una difficoltà, ch'essendo i primi elementi di sua natura solidi, ed infrangibili, se l'uno all'altro per sorta si appicca, e due uncinetti scambievolmente si abbracciano; egli è impossibile, che senza spezzarsi si disgiungano, almanco stirandoli per una special direzione, quando ciò non si ottenesse per via di scosse, e di contrattempi. Ed ecco, che senz' avvedermene sono poggiato a' principj originali, e che la durezza relativa mi si è cangiata in mano, e convertita in assoluta, giusto il parere degli Atomisti. Di ciò ragionerò nel seguente capitolo: intanto mi trattengo su quelle par-

ti-

ticole minutiſſime bensì, ma lontane per lungo tratto dalle primigenee, e che ne' prodotti fifici ſanno figura di elementari; atteſochè mi ſembra ragionevole, che la Natura nelle ſue ordinarie operazioni non diſcenda ſino all' ultima analiſi della materia. Se queſte, ſiccome ſcabre, e di aſperità irregolare guarnite, s'inſinuano l'una nell' altra, e mutuamente s'inviluppano, e ſi ſcavalcano: ſe in qualità di fleſſibili a guiſa di tela ſi ordiſcono, e ſi teſſono: ſe fortemente l'una contro l'altra ſi ſerrano, e per così dire s'incuneano; egli è manifeſto, che ricreſce la reſiſtenza, e che ci vuole uno sforzo grande ad isbarbicarle. E tanto più la fatica ſi aumenta, quanto è maggiore la copia delle fibre, che ſoſtengono l'azione, e nel tempo medeſimo o ſi ſtimolano, o ſi divellono.

Non ſi metta per tanto in non calere la ſentenza degli Epicurei; concioſſiachè ne' legni, e ſpezialmente nelle radici, e ne' gruppi, il mentovato intralciamento di ſtami ad occhio nudo, e molto meglio col microſcopio apertamente ſi diſcerne. Aſſaiſſimo contribuiſce alla ſermezza la ruvidità, la coſtipazione, ed il fregamento. Fra varj eſempj, che addurre ſi potrebbono, vaglia per tutti quel delle funi, i cui filamenti ſtretti ſtretti, e in linee ſpirali contorti alla ſtrappata gagliardamente ſi oppongono.

Aggiungaſi la tenacità, per cui ſi legano inſieme, e ſi avviticchiano le particole de' compoſti. Ci ſono certi ſemi-fluidi tegnenti, e viſcoſi, come il mele, i quali verſati da vaſi ſpeditamente non iſcorrono, ma colano lenti, e per così dire ſi filano. Nell'atto del diſcendere la vena ſi va ſempre più aſſottigliando, e ſi riduce a tal tenuità, che finalmente il filo ſi rompe, quando cioè il peſo ſupera la viſcoſità.

IX.

Non abbiam ſempre a riſuggire all'avviticchiamento delle fibrille; perchè già ſi è detto, che ad altre cauſe, e ſpezialmente alle preſſioni, vuole in parecchj incontri aſcriverſi la conſiſtenza. A queſto paſſo non ſi debbe ommettere un'avvertenza, ed è, che i corpi in tutte le loro parti non ſono forniti di pari ſermezza; imperciocchè le più groſſe riſpetto le più minute, o pure al roveſcio, ponno creſcere, e ſcemare di durizia, ſecondo che la Natura le raccozza nel produrre, e nel conſolidare i miſti, i quali non già della ſteſſa paſta, ma di pezzetti diſſimiglianti ſono compoſti.

Se la diverſità ſta nelle particole minime, ed indiviſibili, come in quelle del bronzo, ch'è un ammaſſamento di rame, e di ſtagno, chi non aveſſe contezza del modo, con cui ſi forma, per poco il reputerebbe un metallo omogeneo, conforme dell'argento, e dell' oro popolarmente ſi giudica. All' oppoſto, quando le parti più groſſe al ſenſo non ſi naſcondono; di tal verità dalla pratica ſiamo ammoniti: atteſo che frequentemente interviene, che un medeſimo corpo ci dia indizio d'eſſere impaſtato di pezzi eterogenei inſiememente conneſſi; perchè più reſiſte in un ſito, che nell'altro, e meno per lungo, che per traverſo. I Legnajuoli ammaeſtrati dall'uſo ſanno, che un'aſſe ſi divide agevolmente per lunghezza, e con più ſtento per

larghezza. E ſanno altresì dietro qual andamento di vene abbiano a condurre la pialla; onde meglio i legni ſi ſpianino, e ſi poliſcano.

X.

Speſſe fiate biſogna por mente agli Artefici, i quali intorno le durezze de' corpi da loro tutto dì maneggiati anno una più accertata notizia, e ne deſumono i ſegni da certe minute particolarità, di cui la lunga eſperienza gli ha reſi avvertiti; laonde per ſuperare gl' intoppi ad ingegnoſiſſimi partiti ſi ſono appigliati. E' una maraviglia, quanti ſtromenti a prò delle Arti ſiano ſtati inventati, e maſſimamente per vincere la coerenza de' ſolidi, cioè e lime, e ſeghe, e ſcalpelli, e ſucchj, e trapani, e cunei, e che ſo io. Ma non ognuno d'eſſi è atto ad inſinuarſi in qualunque materia, e a ſuperarne l'adeſione. Per ciò nel bucare i metalli, ed i marmi ſi adopera il trapano, e per trivellare i legni il ſucchiello. Tutti ai diviſati fini ſi diriggono con doppia maeſtria, viene a dire, e ſi fanno lavorare per lungo tempo contro una picciola quantità di particelle, che dalle contigue a poco a poco ſi ſtaccano, e ſi rendono più attivi coll' adattarci una qualche potenza meccanica, da cui reſtano avvalorati.

XI.

Ma che: non ſa forſe la Natura di Meccanica? Il ſuo ſommo Facitore nel provedere le officine di coſtei d' innumerabili ordigni vivi, i quali da ſe ſteſſi creſcono, e guaſti ſi riſarciſcono, ha prevenuta, e ſi è laſciata addietro per un tratto incomprenſibile l'umana ſagacità. Oltre che ha ella in ſua balia un vaſto apparato di forze morte, e vive, e di continuamente applicate, delle quali ne' ſuoi giornalieri lavori opportunamente ſi ſerve.

Alle volte pare, che ottenga un maſſimo effetto con piccioliſſimi ſforzi. Lo ſmembrare in due tocchi una groſſa pietra, non ſi fa da Noi, ſenza impiegarci un grandiſſimo diſpendio di fatica. Non per tanto,

Marmora Meſſalae findit Caprificus.

Se queſto arbuſto caccia profondamente le ſue ſottili, e tenere radici in qualche vena del marmo; il ſugo nutricante, che circola per i tenuiſſimi canali della pianta, a tal craſſizie inſenſibilmente le riduce, che ſuperate coll'andare del tempo le reſiſtenze, finalmente la pietra viva ſi ſpezza. Non ci ſia chi deluſo da tal falſa apparenza s' immagini di mettere una eccettuazione all'irrefragabile aſſioma, che ſtabiliſce la perfetta egualità tra la cauſa piena, e l'effetto intero. Convien dire in molti caſi, e ſpezialmente nell'addotto, o che la cagione è più efficace di quello, che appaja a primo aſpetto, o che l'effetto e più debile. Io ne rimetto ai Lettori la deciſione.

In

In questo mentre la Natura non è guari prodiga delle sue dovizie, e nell'operare ci spende quanto basta di azione, e nulla di soverchio: laddove gli uomini ignari delle giuste misure, ci consumano de' conati soprabbondanti, i quali, oltre il conseguire il fine principale, in altri effetti non procurati inutilmente si perdono. Conchiudo per tanto, che siccome i nisi successivamente applicati sciolgono l'orditura de' corpi, e vincono qualunque durezza; così essi agenti in senso contrario, sono capaci di restituirla, stringendo, e costipando le particole, che formano i misti. Si osserva, che le radici degli arbori sono più salde, e più tegnenti dei rami, e del tronco, quantunque dallo stesso suco, che va in giro riconoscono il loro alimento, e la loro aumentazione. Ma dovendosi le prime aprire stentatamente la strada per una terra soda, e tenace; ne segue, che a un maggiore addensamento soggiacciono, e conseguentemente acquistano una maggior fermezza.

CAPITOLO NONO

Della natura, e della consistenza de' primordiali elementi.

I.

E' Tempo ormai di discendere per la scala della divisione de' corpi, e pervenire fino a quelle primitive particole, nelle quali si ferma l'ultima analisi della materia, non già in se stessa, che nel suo inesauribile partimento non ammette limiti, ma per ciò che concerne la struttura organica del presente Universo regolata dalla Sapienza, e dalla Libertà del Creatore, giusto i fini, ch' egli si ha prefissi fin dalla prima origine delle cose. Sopra questi elementi, che sono la base de' composti solidi, e fluidi, ho creduto bene di riserbare, dove della durezza mi sono proposto di discorrere, alcune mie conghietture, che di buona voglia alla discretezza de' Filosofi io sottometto.

Sebbene le particelle primigenee di consistenza fornite dovrebbono in Fisica assumersi siccome postulati, senza prendersi l'impaccio d'internarsi profondamente nella lor intima natura, che di lunga mano è superiore alla nostra intelligenza. Torno ad inculcare la massima Newtoniana, che facilmente si concepisce, come di minimi corpicciuoli duri, e disgiunti una massa fluida possa formarsi, ma all' incontro non si arriva a comprendere, qualmente la materia dotata d'una perfettissima fluidità si raccozzi, e si unisca con una immaginata adesione, per costituire una mole di saldezza, e di consistenza guarnita.

II.

II.

Per la qual cosa io giudico, che le opinioni de' più famosi Filosofanti poco fa raccordate mal reggano ad una retta ragione, qualora alle particelle elementari si adattano. Sopra tutto anzi a ripudiare le due estreme, la prima delle quali attribuisce all'estensione inerte una infinita fluttibilità, per guisa che l'attual partimento valichi oltre tutti gli ordini delle quantità infinitesime, e vada fino ai punti indivisibili. La seconda poi termina bensì nelle magnitudini finite, e cotali sono gli atomi Epicurei; ma poggia al sommo per un altro verso, ascrivendo ad essi una durezza trascendentemente infinita. Ho dimostrato altrove, che le cose quante, in cui si ravvisa essenzialmente il più, ed il meno, non montano da un canto al supremo grado della grandezza, e dall'altro non precipitano all'infimo. Chi di tal importantissima verità non fa capitale, urta in palpabili contraddizioni, ed in vece di edificare, distrugge dai fondamenti la fabbrica.

Dei seguaci di Epicuro io guari non mi piglio fastidio; perchè è stato ad evidenza provato, che l'ipotesi della durizie assolutamente infinita ripugna ai canoni della comunicazione del moto fra i corpi molli, e gli elastici, e sovverte da capo a fondo le leggi principali della Natura, le quali, conforme farò vedere, non sono di scelta, e di convenienza, ma di precisa necessità, e coll'essenza della materia inerte indissolubilmente legate. De' tre elementi di Renato Cartesio non so che dirmi. I globuli, ed i frammenti di figure irregolari, e di grandezze differenti equivocano cogli atomi del Fisico Ateniese; imperciocchè se dal cominciamento del Mondo fino al dì d'oggi col mutuo fregamento di tempo in tempo si logorassero, e non si fossero mantenuti costantemente illesi; accaderebbe, che in progresso de' secoli venisse a perturbarsi l'economia del sistema, e che tolto di mezzo il primitivo equilibrio fra i tre generi de' corpi costitutivi dell'Universo, la sola materia sottile, sminuzzati gli altri due, a poco a poco predominasse. Ed appunto essa indefinitamente divisa, e sfarinata dal Filosofo Francese al vano Epicureo è stata sostituita; onde prontissimamente, e senza il suo perchè accorra a riempiere tutti gl'interstizj, che fra i più crassi elementi s'interpongono. Questi moti tal fiata istantanei dell'etere, de' quali non si assegna cagione fisica, per cui rapido corre ad occupare i posti, che i corpi distaccantisi lascierebbono vuoti, mi fanno sospettare, che il nostro Autore non potesse esimersi dall'adottare inavvertentemente l'orrore del vacuo tanto prezioso alla scuola Peripatetica.

III.

Io desidererei col Siracusano Archimede, che mi si assegnasse un punto immobile, a cui appoggiarmi.

Dic ubi consistam.

Bene spesso si tenta di fabbricare in aria, e la vana struttura, a guisa delle nu-

nuvole, con un ſoffio ſi diſſipa, e ſi dilegua. Tal fiata in mancanza di dati fiſici, e meccanici, fa d'uopo indiſpenſabilmente ricorrere a qualche pronunziato metafiſice, ſoſtenuto maſſimamente dalle dimoſtrazioni geometriche, dal quale ſi ritrae l'importante benefizio di non dar di petto, come ſevente avviene, nell'impoſſibile. Nel ſubbietto, ch'abbiam alle mani, cade in acconcio il principio del ſiſtema temperato da me di ſopra ſtabilito, e ch'è più fecondo di conſeguenze, di quello che a prima fronte moſtrava di promettere.

La diviſibilità della materia non ha confini, e ſpazia per tutti gli ordini delle quantità infinitesime. In queſto mentre per quanto la partigione proceda, la Geometria c'inſegna, che non arriva mai ſino al punto indiviſibile, perchè ſe ci preveniſſe, uſcirebbe in campo l'aſſurdo, e la contraddizione. Si concede agli Analiſti il diſcendere ſucceſſivamente alle differenze di qualunque grado nella ſoluzione de'più ardui problemi, e ce ne ſomminiſtra uno ſtupendo ſaggio il profondiſſimo Lionardo Eulero nella ſua generale teorica de'maſſimi, e de'minimi. Ma il progreſſo medeſimo ci documenta, che qualſiſia magnitudine, benchè molto menomiſſima, in cui il calcolo ſi ferma, è tanto lontana dall'individuo, quanto l'eſſere dal non eſſere, e il poſſibile dall'impoſſibile. Egli è dunque manifeſto, che ai Matematici non è permeſſo di ſortire fuori delle regioni dei temperamenti, e che coll'aſſumere, ſecondo le occorrenze, fluſſioni di varj generi, altro non fanno, ſalvo che portare alcuni paſſi avanti la participazione, e giugnere a più accurate, e neceſſarie adequazioni.

IV.

Frattanto la Natura non muove il gran ſalto dalle grandezze date alle inaſſegnabili, e rinſerra il temperamento congruo, per cui dà norma all'economia del noſtro Mondo, dentro i termini del finito. Ed in fatti non ſi può progredire dalle grandezze determinate a qualſivoglia claſſe d'infinitamente picciole, ſenza che vi ſi paſſi per una ſerie incomprenſibile di quantità, che vanno ſucceſſivamente degradando, per guiſa che la ſuſſeguente dell'antecedente è fuori d'ogni paragone minore. Egli è affatto inutile, anzi nocivo ad un Fiſico il viaggiare per una ſtrada, che non ha uſcita, atteſe ſpezialmente le ſtrane conſeguenze, che ne derivano, da me indicate, quand'io ragionava delle fluſſioni di qualunque ordine, che non ſono per ſe ſteſſe nè determinate, nè determinabili. All'incontro avvegnachè il numero delle magnitudini finite decreſcenti, non ſi eſauriſca mai, aſſunta però una d'eſſe a piacimento, ſiccome comune miſura; e meſſala delle altre a confronto, ſiamo ſicuri, che unqua non ſi perviene ad una proporzione o maggiore, o minore di qualſiſia data.

Appreſſo non è così povera, e riſtretta la menzionata partigione, che nella materia diſtintamente ſi concepiſce, e che dall'Autore della Natura poteva metterſi in opera, che non vaglia a ſupplire ad ogni biſogna, ed a fondare un ottimo temperamento. Sin quì non ci ſi parano innanzi nè ripugnanze, nè ſconvenevolezze: anzi ſi libera la Fiſica da quegli aſſurdi, che nelle

ipo-

ipoteſi de' più rinomati Filoſofanti pur troppo s'incontrano; mercè che coſtoro conforme ho notato, vanno irreparabilmente a ſmarrirſi o per un verſo, o per l'altro nell'Oceano dell'infinito. Abbiaſi dunque per maſſima fondamentale, e ſu ſortiſſime ragioni, per non dirle evidenti, ſtabilita, che Dio Ottimo Maſſimo, nel vincere l'infinita indifferenza della materia per quello concerne la diviſione, ed avuto riguardo a' ſuoi fini imperſcrutibili, ha fabbricato il noſtro Univerſo, aſſegnando ad eſſo un temperamento, che ſuſſiſte dentro i confini del finito.

Non dico già, che le ſpeziali dimenſioni de' corpi, che abbiamo anzi gli occhi, le quali appartengono tutte al medeſimo genere di grandezze, ſiano più privilegiate delle altre infinitamente più grandi, e più piccole, che potrebbero ſervir di baſe a partecipazioni onninamente diverſe, e da noi inconcepibili; ſe non ſe in quanto, con l'eſcluſione di qualſivoglia altra claſſe, ſi è compiaciuto Dio di dare alle noſtrali la preferenza. Dico bensì, che appoggiandoſi le coſe create non all'aſſoluto, ma al relativo, per queſto capo ancora aveano dal Supremo Arteſice a determinarſi e la precisa quantità, ed il partimento della materia. Aggiungo, ch'era ſoverchio meſcere in una preſcelta coſtituzione di mondo magnitudini incomparabili; imperocchè il profitto, che ſe ne trae, mal compenſa i diſordini, che ne riſultano. Ora io dimando, per qual virtù, e con quale induſtria il caſo ſtolido di Epicuro, o la brutal neceſſità di Stratone ſignoreggiaſſero ab eterno l'indifferenza ſorda, ed ineſorabile della materia; onde foſſero poſſenti ad introdurci le diviſate determinazioni?

V.

Poco ſi è fatto ſin ora, per architettare un compiuto ſiſtema, e di temperamento fornito. Perchè ſia repente ſurta la materia, che prima non era, corredata di eſtenſione, d'impenetrabilità, e d'inerzia, attributi, che ne coſtituiſcon l'eſſenza (altrimenti ſarebbe nata tutt'altra coſa, fuor che materia) baſtò un cenno onnipotente del Creatore. Perchè poi ſi cominciaſſe ad abbozzare una coſtituzione di Mondo eletta liberamente fra tutte le poſſibili, aveanſi ad accoppiare alle mentovate proprietà paſſive due neceſſarie altresì paſſive determinazioni, ambo introdotte, per iſcanſare le ripugnanze, ambo riſtrette dentro i preſcritti confini del finito, viene a dire una limitata quantità di eſtenſione ſolida, ed una congrua diviſione ſino ad un certo ſegno, oltre cui non ſi traſcorra.

Fin quà io non ravviſo azioni, e reazioni; cauſe, ed effetti, ſenza i quai requiſiti langue l'Univerſità delle coſe, ed altro non ſi ha, fuorchè una trina dimenſione inerte, e ſmembrata nelle ſue parti, ma totalmente ozioſa, e ſfaccendata. Io non ardiſco decidere, ſe in tale ſtato gli elementi primordiali ſiano di durezza guarniti. Il Cavalier Newton nella ſeconda parte della ſua Ottica, avvertendo, che ſono eſſi i ſemi de' corpi ſolidi, e fluidi, ha creduto, che di lor natura ſiano ſaldi, e conſiſtenti, e di tanta fermezza dotati, che non ci ſia agente creato valevole a ſcioglierli, e a diſunirli. E queſta prerogativa l'ha egli fondata ſulla Divina volontà; atteſo

ſo che non ſe ne ſa ſvelare la cauſa fiſica. Io non mi ſento di ammettere la durezza in macchina, ſenza una preciſa neceſſità.

Nec Deus interſit, niſi dignus vindice nodus.

Quando mi ſi dice, eſſere la materia attualmente partita in minutiſſimi atomi, ſubito nelle ſue tre miſure ci ſcorgo l'origine della diviſibilità: ma con pari evidenza non ci ravviſo la radice della durizie. E ſe tal uno me l'addita, ſiccome anneſtata ſull'inerzia; ripiglio, che la renitenza al cangiamento di ſtato ſempre alla maſſa proporzionale, non ha punto che fare colla fermezza, che non prende norma dalla predetta analogia.

VI.

La materia ſterile di ſua natura non ha in ſe ſteſſa fondo baſtante, per partorire la forza. Era per tanto indiſpenſabile, che il Divino Artefice perfezionaſſe la ſua grand'Opera, e proſeguiſſe a temperarla opportunamente, giuſto le leggi, ed i fini, che la ſua infinita Sapienza s'era prefiſſi. L'intero compimento richiedeva, che ſi addoſſaſse, e ſi diſtribuiſſe alla maſſa impenetrabile una determinata quantità di ſorza, che la metteſſe in azione, e per così dire la ravvivaſſe. E benchè la ſorza ſia un non ſo che di ſuperiore alla materia, in cui ſi annida; la corriſpondenza però fra l'una, e l'altra è fuor di modo maraviglioſa. Dobbiamo ſtare attenti per ben comprendere la ſtrettiſſima conneſſione ſra le proprietà attive, e le paſſive della materia, e qualmente non ſi ceſſi mai di eſercitare tra eſſe un mutuo commerzio: il quale, ſebbene vien regolato, conforme altrove ho detto, da leggi, in cui domina un'eſpreſſa inviolabile neceſſità, fondata ſull'eſſenza delle coſe, con tutto ciò non eſclude le cauſe finali, e colla libertà, e colla ſapienza dell'Artefice Supremo mirabilmente ſi accoppia.

E vaglia il vero, l'inerzia, il di cui unico uſſizio conſiſte nel ripugnare a qualſiſia cangiamento di ſtato, è una conſeguenza della impenetrabilità, e riſponde con giuſta miſura alla quantità della materia. Nel moderare, ch'ella fa di continuo, i paſſaggi delle forze e vive, e morte da corpo a corpo, la ragione conſonante agli ſperimenti c'inſegna, non aver lei vigore di generare, o di diſtruggere ſorza, la quale, benchè ad ogni momento ſi muti ſtato, tutta via ſi mantiene intatta, perchè l'inerzia ſoltanto ſi adopera in modificarla, e diſtribuirla proporzionatamente alle maſſe, giuſto le regole da noi conoſciute. Per la qual coſa, a parlare accuratamente, non debbe aſſegnarſi al mentovato attributo, nè vera azione, nè vera reazione; mercè che la medeſima forza nè punto, ne poco ſi diverſifica, quantunque ſotto varj aſpetti faccia la ſua comparſa. E da ciò deriva l'irrefragabil principio, per cui ſi ſtabiliſce la perfetta uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti, baſe immobile dell'aggiuſtatezza degli umani raziocinj.

VII.

E quì sarà un punto di grand'importanza il separare in due classi le proprietà della materia. Le primarie ad essa essenziali, di cui non si spoglia giammai, ed alcune altre, che nascono di conseguenza, sono anteriori a qualunque sistema, e ne precedono la formazione. Fa d'uopo ajutare la nostra debolezza, e distinguere ciò, che da prima, e da poi nel subbietto si concepisce. Egli è certo, che tolta di mezzo l'estensione solida, ed inerte, l'idea della materia nella nostra mente svanisce, e si annienta. Ma col tenerla ferma, ci si presentano alquante nozioni secondarie, che da essa immediatamente fluiscono, e sono la divisibilità, le grandezze, le figure, i luoghi, ed i tempi. Siccome in tutte le nomate affezioni signoreggia una perfetta indifferenza; così richiedono esse una necessaria determinazione, corrispondente al prestabilito temperamento.

L'altra classe poi comprende quelle proprietà della materia, che suppongono il sistema bello, e compiuto. La forza non entra a costituire l'essenza della materia, e non ripugna, che questa sussista nella sua purità, ed in una perpetua quiete. Ben è vero, che essa è, per così esprimermi, la matrice della forza, la quale da se sola non regge, e non vive, se nel di lei seno non si alloggia. Ambo insieme accoppiate, ed unite in lega sono la fonte infausta d'innumerabili effetti, de' quali è piena zeppa la Natura, e che per la maggior parte pullulano dal lavoro del sistema. Tali si reputino senza esitazione il moto, gl'impulsi centripeti, e centrifughi, la virtù elastica, l'elettrica, e la magnetica, con altri moltissimi eventi, che sarebbe cosa stucchevole l'annoverarli partitamente. La materia, e la forza, ognuna da per se, non è capace di produrli, e nè meno congiunte, mentre in lor balìa lasciate si fossero. Convenne dunque, che il Sapientissimo Operiere organizzasse magistralmente la prima, e temperasse a dovere la seconda; onde venisse a risultare una ben concertata costituzione di Mondo di regolari fenomeni a dovizia fornita.

VIII.

Dopo una lunga, ma necessaria deviazione torno in sentiero, e chiedo, sotto quali delle due classi poc'anzi raccordate deggia collocarsi la durezza con altre affezioni analoghe, in cui si mesce il rigido, ed il fluffibile, a cagion di esempio, la mollezza, e la viscosità. Io per me, senza punto tergiversare, le riporrei, non già fra le primitive, ed originali, ma tra le secondarie, e le sistematiche. La ragione, che a ciò mi muove, io la desumo dall'ambiguità, che mi nasce in mente; imperocchè non so quale delle accennate proprietà relative, e molto meno in qual grado, abbiano ad inserirsi negli elementi primordiali affatto affatto nudi di forza.

Arroge, che per isviluppare la tessitura de' corpi, e vincerne l'adesione ci vuol forza, e forza proporzionata alla resistenza; dunque, se l'azione è nel caso nostro eguale, e contraria alla reazione, per rimettere i compo-

sti

ſti nello ſtato di prima, s'avrà ad impiegare altrettanta forza, quanta ſe n'è ſpeſa in diſcioglierli; atteſoche ſiamo nella circoſtanza, in cui la cauſa diventa effetto, e l'effetto ſi converte in cagione. Perda un miſto col rareſarſi una perfezione della ſua natia fermezza, per reſtituirgliela, converrà coſtiparlo, ed a tal fine valerſi dell'energìa della percoſſa.

Già ſi è detto, che non ſi riduce a perfezione il ſiſtema, ſe non ſi addoſſa, e non ſi diſtribuiſce alla maſſa impenetrabile una determinata quantità di forza, che la metta in azione, e per dir così la ravvivi. E queſta forza fra gli atomi originali, femi primitivi di tutto ciò, che ſi produce in Natura, congruamente dovea compartirſi. Ma qualmente fra eſſi facciaſi la comunicazione de' moti, e delle forze, ſarà ſempre un miſterio a noi ignoto, ed un arcano del temperamento, di cui ſolo Dio ha la chiave. Gli elementi, ſe mal non diviſo, ſono piuttoſto ſolidi che duri, viene a dire, ne' lor corpicciuoli il vuoto non s'intromette, nè di forza morta, che ne' conati conſiſte, e colla quiete ſi affoccia, ſon corredati: altrimenti la partigione non ſarebbe pervenuta all'ultimo termine, lo che ripugna ad un ſiſtema partecipato. Per la qual coſa non ſi è forſe mal appoſto Ariſtotele, quando ci ha avvertiti, che le azioni appartengono ai ſuppoſti. Conſeguentemente prima fa di meſtieri, che la Natura ordini, e diſponga i materiali appreſtati, e ne formi i compoſti, e queſta è, per così dire, la primitiva orditura dell'Univerſo organizzata da una mano onnipotente, e che poſcia ſi proſeguiſcano i lavori, mettendo in azione le forze morte, e vive, e continuamente applicate dirette da leggi ferme; onde coſtante, e varia ad un tratto perſeveri l'economia del preſcelto temperamento.

IX.

Prevedo, che mi verranno moſſi alcuni dubbj, e primieramente mi ſi chiederà, ſe le particelle elementari fra loro diſgiunte dal vacuo diſſeminato, ſi deggiano riputar differenti, per quello ſpetta alle magnitudini, e alle figure. La quiſtione è inſolubile per mancanza dei dati, e quand'anche ſi aveſſe in pronto una qualche probabile conghiettura; crederei miglior partito l'aſtenerſi da cotale ricerca, ch'ha recato tanto detrimento alla ſcienza naturale. La facilità di filoſofare è ſtata ſenza fallo la principal cagione, per cui i Fiſici inteſi a ſpiegare i fenomeni, che alla giornata ci ſi affacciano, anno allentato il freno alla fantaſia, aſſegnando agli elementi, che compongono i miſti, quelle ſpeziali figure, che meglio al lor intento ſi confacevano. Da queſto torbido fonte è ſcaturito il capricciоſo, ed arbitrario metodo di ragionare per via d'ipoteſi, che nel ſecolo paſſato ha inondata l'Europa tutta più colta, e di cui potrei recare innumerevoli eſempj tratti dalle Sette Epicurea, e Carteſiana.

Non per tanto io mi ſento propenſo ad opinare (e ciò ſia detto per una ſpecie di ſoprabbondanza, e non perchè della varietà delle grandezze, e delle figure onninamente ignote s'abbia a far uſo ne' noſtri divisamenti) che i ſemi delle coſe materiali non fono tutti lavorati ad un tornio. Fa forza al mio intelletto un principio d'eſperienza mentovato da Anaſſagora,

e da lui troppo eſteſo ſino alla ſua famoſa Omeomeria, che di tutto non ſi fa tutto, *ex omnibus omnia non fiunt*. I ſaſſi, a cagion d'eſempio, in noſtro alimento non ſi convertono, e quando un miſto in un altro ſi trasforma, è notabile, che le particelle inutili ſi ſeparano, e reſtano ſoltanto quelle, che al nuovo prodotto convengono. Così una porzione de' cibi diventa carne, e ſangue, e l'altra inetta a tal mutazione dalla provida Natura ſi caccia fuori in eſcrementi. Appreſſo ſi danno corpi, quaſi direi, tant'oſtinati, e tanto tenaci della loro ſpecifica maniera d'eſſere, come i metalli, gli olj, i ſali, il vetro, la terra vergine, ed altri di ſimil fatta, che a pochi ſi riducono, i quali, per quanta induſtria vi ſi adoperi, non ſoggiacciono a cangiamenti, e della propria natura non mai ſi ſpogliano.

X.

Inſorge a queſto paſſo una ſeconda controverſia. Gli Atomiſti penſano, ed io dal loro parere non mi diparto, che dalla ſola diverſità delle figure, maſſime ai caſi particolari appropiate, or angolari, ed ora rotonde, alle menzionate apparenze, ſenza ricorrere a più remoti, ed occulti principj, ſi ſoddisfaccia. All'incontro il celebre Boherave nella ſua Chimica (opera in cui, per non eſſere uſcita vergine dalle ſue mani, ma mal menata dai ſuoi Diſcepoli, ſi parla con ambiguità) e con maggior apparato di argomenti l'Autore dello Spettacolo della Natura, profeſſano, che ci paſſi un eſſenziale divario fra certi corpi noſtrali riputati più ſemplici, che non eccedono una ventina, fra quali, oltre i già raccordati, ſi contano il fuoco, l'acqua, l'aere, l'argento vivo, e per fino la calamita. L'acqua, a cagion d'eſempio, è ſempre acqua, o ſi ſtringa in ghiaccio, o ſi attenui in vapori, o con i miſti ſi meſcoli. Non accaderà mai, che ſi trasformi in un altra ſoſtanza, come in aria, o in mercurio; nè il ferro, che in minutiſſime foglie ne' compoſti s'inſinua, vi s'impieghi pure o l'Arte, o la Natura, farà mai altro, che ferro, e così dicaſi di tutti i metalli, e di quelle materie, che a diſpetto degli Alchimiſti non ammettono le ſperate metamorfoſi.

Pare, che i citati Scrittori vengano a patti con Anaſſagora, purchè lor ſi permetta di reſtringere i confini della Omeomeria. Io non nego, che ci ſiano de' prodotti, i quali lentamente maturano, e ſtentatamente ſi ſciolgono. Ponno eſſi ſervire d'elementi ſecondarj per que' miſti di poca durata, che ſoggiacciono ad una facile corruzione, e mantenerſi intatti dopo il diſfacimento del compoſto. Così il ferro, ch'entra in poca quantità, ſiccome ingrediente ne' vegetabili, dalle lor ceneri ſi raccoglie, ed in corpo può di bel nuovo ridurſi. Ma che preſentemente ci ſia tanta copia d'oro, nè più nè meno, quanta ce n'erà da principio delle coſe, e che abbia da perſeverare illeſa fino alla fine del Mondo, ſenza che ſe ne generi, o ſe ne diſtrugga un granello; egli è una petizione, che non vuole così facilmente accordarſi. Ne giova il dire, che tali materie tormentate in qualunque modo ſi moſtrano onninamente contumaci; concioſſiachè non ſappiamo, fin dove giunga la forza della Natura, e talvolta ancora dell'Arte. E' famoſa l'eſperienza dell'oro eſpoſto al fuoco cocentiſſimo della gran lente d'Orleans. Svapora

eſſo

esso in fumo, dispergendosi per l'aria lo zolfo, di cui è composto, e rimane un po' di terra, che finalmente in vetro si converte. Troppo palesi sono le conseguenze, che se ne deducono, e per non abbandonare l'ipotesi, si nega il fatto, che si professa non aver avuto buon esito in parecchi incontri. Non saprei come mettere in dubbio la fede d' Uomini accreditati, e per me basta, che qualche fiata sia riuscito l'esperimento, benchè in altri casi, o per difetto delle lenti, o delle circostanze mal abbia corrisposto all'aspettazione.

XI.

Ascoltiamo ciò, che la ragione ci detta. I memorati Filosofi an preso l'assunto di provvedere la nostra Terra d' alquanti prodotti secondo la lor opinione inalterabili, ed incorruttibili, a guisa della materia celeste d' Aristotele, ma non anno guari posta cura agli altri Pianeti, ne' quali ci saranno de' corpi semplici, e non trasmutabili, siccome richiede l' analogia. Io non sono tanto indiscreto, fino a pretendere, che mi si renda conto delle lor qualità: mi basta, che siano dai nostrali totalmente diversi. Ed in fatti l'aere, e l'acqua nulla an che fare colla Luna, in cui non si ravvisa indizio nè di nuvole, nè di atmosfera. Questi fluidi sono contemperati a quel grado di valore, che risulta dalla lontananza della Terra dal Sole, per guisa che se ne perderebbe l'uso col trasportarli in Mercurio, o in Saturno; ai quai globi dominati da un caldo, o da un freddo eccessivo conviene attribuire un'altro ordine di cose, ed altri generi di produzioni: con che si stendono oltre modo le regioni dell'Omeomeria.

Andava meco stesso pensando, in che mai potesse consistere la differenza essenziale, che si mette fra corpo, e corpo, e non mi è riuscito di scoprire alcun principio, a cui potessi ragionevolmente appoggiarla. Discorriamola dunque così. Certamente il preteso divario non nasce dalle proprietà passive della materia anteriori al prestabilito sistema. L' estensione, e la divisibilità a tutte le masse è comune, ed una massa dell'altra non è più, o meno impenetrabile. L' inerzia poi non dipende dalla varietà delle sostanze, che del pari ripugnano al cangiamento di stato, e la renitenza è sempre proporzionale alla quantità della materia, di cui si compongono i misti, e non alla loro speziale natura. Ricorreremo forze alle grandezze, alle figure, alle posizioni, ed ai loro diversi combinamenti? Ma chi non vede, che con ciò si ricade nella sentenza degli Atomisti, e che le immaginate differenze sostanziali si dileguano, e sussistono soltanto ne' mal ideati concepimenti di qualche Filosofante.

Per la qual cosa se le particelle primordiali son tutte omogenee, quand' anche in innumerabili maniere si accoppiano, e quand'anche vi si aggiunge la forza, ed il sistema si compie, non c'è motivo di sorta, per cui abbiano a mutar di natura, e vestirsi chi d'una, e chi d' un altra essenza. Principieranno per avventura a distinguersi, ogni qual volta ad esse il movimento s'imprime? Siccome la materia non ha virtù di cavare dal suo intimo seno la forza; così la forza, che le si addossa, non è valevole ad alterare sostanzial-

zialmente la materia. Ben è vero, che la forza di conserva con l'inerzia danno regola alle azioni, ed alle reazioni, ed a quel mutuo commerzio, che di continuo fra i corpi s'esercita: ma i corpi stessi non si diversificano, se non se accidentalmente, e si procede con leggi ferme, ed inviolabili, nelle quali non si scorge vestigio, che da essenza a essenza si faccia transito. Piglio per mano due prodotti, uno più denso, e l'altro più raro, e differentemente sotto pari volume pesanti: ma che importa ciò? Già m'è noto, che in tal fenomeno sogliono trasandarsi le sostanze; imperciocchè le densità, e i pesi seguitano soltanto la proporzione delle masse. L'avvertenza si applichi a tutti i canoni della Natura, de'quali abbiamo contezza, ed alle apparenze, che alla giornata ci si affacciano. A cagion d'esempio bisogna star intesi, se i corpi sono molli, od elastici, e di qual vigore di molla sono guarniti, per sapere qualmente si faccia la comunicazione del moto. Che siano poi di vetro, o d'acciajo, o di qualsivoglia materia, nulla rileva. Lo stesso dicasi delle leggi statiche, e dinamiche, concernenti gli equilibrj, le forze vive, o morte, le impressioni successivamente applicate, e le resistenze, nel maneggiare le quali altro non cade in considerazione, salvo che forza, e quantità di materia inerte. Possibil mai, che se gli elementi primitivi fossero d'indole essenzialmente diversa, e bene spesso contraria, e tali altresì i composti, che ne risultano; non se ne scorgesse un qualche segno, e i canoni generali modificati dalle differenze sostanziali in particolari non si cangiassero?

Si saranno forti gli Avversarj nell'ultima ritirata, e ripiglieranno, aver noi un sicuro indizio della differente natura dei prodotti nelle varie affezioni, che in noi risvegliano. Verrà in campo la luce, che secondo i Newtoniani è composta di raggi tinti d'una serie di colori, che nelle refrazioni si sviluppano, e si separano, e con ciò ci convincono, che gli atomi luminosi ad una sola spezie di sostanze non appartengono. Questo non è il tempo di prender per mano un subbietto, che vuole a suo luogo essere dilucidato. Per ora dico, che mal confondendosi le sensazioni della nostr'anima colle proprietà della materia, e facendosi passaggio dallo spirituale al corporeo, s'inciampa in un manifesto paralogismo; perchè si assume ciò, che dovrebbe provarsi.

XII.

Per compimento del discorso rimane, che s'indaghi, se ci possa essere alcun criterio, per cui si venga in cognizione, qual sia quel corpo, in cui finisce l'attual divisione della materia. A tal uno verrà in mente la luce, e fonderà la sua opinione su parecchie plausibili conghietture. Dirà, che questo è un fluido, che non ristretto a siti particolari da per tutto si spande, e si dilata per l'immenso spazio de' Cieli. Dirà, che da per tutto s'insinua, e che si trattiene in ogni corpo, che penetra ne'canaletti degli animali, eziandio di que' molto minutissimi entomi invisibili anche coll'ajuto de'più fini microscopj, che agita, e tiene in moto il sangue, e gli spiriti, e che, qualora cessa in parte la sua azione, i viventi o intorpidiscono, o muo-

muojono, Conchiuderà finalmente non eſſerci in Natura ſtromento più attivo della luce, nè particole più ſottili, e che non occorre cercar di vantaggio.

Conſento, che il Fiſico di più non deggia progredire, e che la luce ſia il limite delle umane perquiſizioni; imperocchè ogni ſforzo, che ſi faceſſe, per ſapere ciò, che non può ſaperſi, ſarebbe vano, ed inutile. Non oſtante ciò la ragione mi documenta, che fra i corpi compoſti debbe annoverarſi la luce. Eſſa è dotata d'una ſquiſita elaſticità; convien dunque, che urtando in un oſtacolo ſolido, ed obbligata a rifletterſi, muti figura, e gli elementi, de'quali è formata, ſi mettano in tremito. E ſe così è, conſta di particelle attualmente diſtinte, e póſte in azione, e Dio ſolo ſa fin a quanto proceda la diviſione. Se poi un atomo luminoſo nella preſente coſtituzion di coſe poſſa ſcioglierſi ne' ſuoi componenti; nè per il sì, nè per il no ardiſco di dichiararmi.

CAPITOLO DECIMO

Del Vacuo.

I.

HO ſempre creduto, che non poſſiamo formarci una chiara, e diſtinta idea della Fiſica generale, ogni qual volta il vuoto dalla preſente coſtituzione di coſe ſi eſclude. Non parlo del Newtoniano diffuſo per la ſterminata ampiezza de' Cieli, ma del diſſeminato, ed interſerito tra le menome particelle della materia inerte. Il primo mal ſi ſoſtiene a fronte dell' eſperienza; imperocchè ovunque la luce eſercita la ſua azione, ivi c'è corpo, e ſi oſſerva, che i Pianeti vaganti quà, e là, in qualſiſia ſito ſi trovino, vengono dal lume inveſtiti. Ragionerò dunque della ſeconda ſorta d' inane, ed addurrò que' motivi a mio parere ſortiſſimi, che ad ammetterlo mi perſuadono.

Primieramente deggio teſſere in compendio la ſtoria degli argomenti in pro, ed incontro cavati dalle fiſiche apparenze, e per ſino dalle metafiſiche ſottigliezze. E' celebre la maſſima del Carteſio tolta in preſtito da Ariſtotele, che dove c'è trina dimenſione, ci ſia materia: e perchè neſſun luogo immaginabile è nudo di eſtenſione; ne ſegue, che non ci rimane ſito di ſorta per allogare il vacuo. Così ſi confonde il vano col pieno, lo ſpazio col corpo, ed una pura relativa capacità con una vera, e reale ſoſtanza. Ma di ciò altrove ho favellato abbaſtanza, in trattando della natura della materia, e de' ſuoi principali attributi.

Succede il Leibnizio, e tenta di ſar colpo colle ſue metafiſiche idee. Pretend' egli, che Dio abbia creato fra tutti i poſſibili l'ottimo Mondo.

La

La massima imperfezione al nulla si appoggia; dunque tanto più l'Universo è perfetto, quanto più materia contiene, e quanto meno colle cole il niente si mesce. Per la qual cosa il nostro sistema sarà perfettissimo, quando bandito l'inane, sarà pieno zeppo di massa corporea, e tale debb' essere uscito dalla Sapienza infinita ed onnipotente del suo Creatore, il quale prende l'ottimo semplice di mira. Non vorrei, che per perfezionare il Mondo si riducesse all'ultima imperfezione, che consiste nella ripugnanza, e nella contraddizione. Ed in fatti, se per organizzarlo, per disporlo, e per mantenere fra le sue parti picciole, e grandi un perpetuo commerzio di movimento, di azioni, e di reazioni, fosse il vuoto indispensabilmente necessario; per guisa che senza gl'intervalli vani non si potesse architettare un sistema, vale a dire, se Dio per soverchia delicatezza d'introdurre il vuoto s'astenesse di muover corpi, e lasciasse la materia ozioſa, ed immota per tutta l'eternità; l'ottimo del Leibnizio anderebbe a terminare nel pessimo. La quistione non è così facile, come altri pensa, a decidersi.

II.

Ed appunto dal fenomeno soggetto ai sensi, cioè dal moto, anno tratto le loro più robuste ragioni gli Epicurei (avvegnachè di congruenze, e astratte speculazioni non si dee far molto caso in soggetto fisico). Il celebre Pietro Gassendo ne' suoi Comentarj sopra l'Epistole d'Epicuro conservateci da Diogene Laerzio, ha raccolto intorno il vano tutto ciò, ch' an saputo dire gli Antichi in favore, e in disfavore, e ci ha aggiunto del suo, incalzando spezialmente l'argomento preso dal moto, di modo che non mi è caduta per anco sotto gli occhi un'adeguata risposta.

Nel mentre, che due particole si staccano per opposte direzioni, fa d'uopo, che le vicine spontaneamente sottentrino ad occupare lo spazio abbandonato. Chi le invita, chi le determina, chi le ammonisce del pericolo, che si sconvolga da capo a fondo l'economia della Natura colla temuta insinuazione del vacuo? Onde nasce in esso loro la prontezza di cangiar sito, quando bene spesso non si ravvisa motivo, che le spinga, nè forza, che le trasporti? Dico di più, che s'inducono ad operare non solo senza il suo perchè, ma contro la propria indole; vincendosi non si sa come quella ripugnanza, che in esse indispensabilmente risiede, a mutare stato. In tali casi dunque si dimenticano della innata pigrizia, ed acquistano una proprietà insolita del movimento, e della forza viva producitrice.

Si dirà forse, che i corpicciuoli solidi sono circoncinti da un fluido d'inconprensibile sottigliezza, atto a sminuzzarsi in particelle, quanto si vuole minime, ed anco infinitesime, a misura delle occorrenze, e si professerà, che in tale indefinito partimento consista la vera nozione d'una perfettissima fluidità. Se poi la materia eterea è guarnita, se non se di gravità, almeno di virtù elastica, come si raccoglie dai fenomeni della luce; ognuno comprende, per qual cagione sia ella obbligata a riempiere tutti i vani, ed a non lasciare qualsisia piccolissimo spazio privo di materia. Ma tutto ciò non è sufficiente a sciogliere l'opposizione. Converrebbe, che

la materia eterea foſſe guarnita di gravità, o almeno di forza elaſtica, ed aveſſe ſortite o l'una, o l'altra, o amendue queſte proprietà in grado infinito; onde accorreſſe a riempiere ogni vano in un iſtante, perchè tra il laſciare, ed occupare il ſito non ci ha da eſſer tempo di mezzo, e non ha luogo il prima ed il poi.

Appreſſo gli eſperimenti m'inſegnano, che qualunque fluido poſto in tumulto ſi dirada, e di volume ricreſce, e l'effetto debbe alle forze centrifughe attribuirſi principalmente. Convien eccettuare da queſta legge naturale, per altro indiſpenſabile, la materia ſottile de' Carteſiani: altrimente non potendoſi concepire la rarefazione ſenza i vani intermedj; ſi dovrebbe riſuggire ad un ſecondo fluido, che gli occupaſſe, indi per l'addotta ragione al terzo, e così di mano in mano all'infinito.

III.

Si fece forte lo Stagirita ſull'eſempio d'una ruota, che gira intorno il ſuo centro: nel qual movimento di circolazione, non eſſendoci alcun indizio di vacuo, ſi diede a credere, che tutti i corpi ſolidi, e fluidi poteſſero principiare, e continuare i lor moti per linee rette, o curve ſenza l'interrompimento del vano. Oltre che ci paſſa un gran divario tra la coerenza de' corpi duri, e la fluſſibilità de' liquidi: egli così alla buona diſcorreva, perchè non avea contezza de' conati centrifughi. Queſti s'impiegano inceſſantemente per allontanare giuſta la direzione delle toccanti le particelle, onde ſi forma la ruota, poſte ne' cerchj concentrici, e maggiormente quelle, che ſono più lontane dal centro della vertigine. So che l'effetto di romperne l'unione, e di cacciarle di luogo per lo più non ſuccede, ſalvo che nel caſo, in cui qualche pezzo leggermente alla ſuperficie ſi attacchi: e la ragione ſi è, perchè la tenacità della materia ſolida, ſuperando l'energia della forza centrifuga, all'eſtruſione ſa contraſto. Ma accreſciuto l'impeto del giramento alla per fine ſi verrà a tale, che ſi vincano le reſiſtenze, e che ſi diſciolgano i vincoli, che tengono le parti ſtrettamente inſieme legate. Che ſe non ſegue la ſeparazione, e il diſſipamento, egli è però certo, che la forza eſtrudente non ſe ne ſta ozioſa, e ch'eſercita il ſuo vigore contro la tegnenza della ruota, ſtirando le ſue fibre, e ſforzandole a dilatarſi oltre la loro naturale coſtituzione. Per la qual coſa in tal ſorta di rarefazione dee neceſſariamente inſinuarſi il vuoto, ed il movimento circolare d'Ariſtotele non vanta ſovra gli altri alcun privilegio.

Il moto per tanto mal ſi concilia col pieno, e non uſciremo di briga giammai, ſe non ſi adotta qualche fantaſtica, e ſcreditata opinione. Fa di meſtieri, o richiamare dall'obblivione l'orrore del vacuo tanto formidabile alla Natura, inventato dai Peripatetici; o gittarſi in braccio delle più recenti cauſe occaſionali con grande apparato d'inconcludenti ragioni dal P. Malebranche inculcate, ovvero abbracciare i punti inflati, ſtrana immaginazione di alcuni Scolaſtici, per eſplicare le rarefazioni.

IV.

Diamo alla sfuggita un'occhiata, quali stravaganti portenti s'introducano nella scienza della Natura da coloro, i quali, aderendo alle loro invecchiate preoccupazioni, mettono ogni studio, per esiliare il vuoto dall'Universo. Egli è manifesto, che la materia non può ridursi a sistema, se non è animata dal moto: e siccome gl'impedimenti, che per istrada s'incontrano, fanno deviare i mobili dal cammin dritto, e gli obbligano a viaggiare per linee curve, così nascono di conseguenza le forze centrifughe, e secondo il parer del Cartesio ancor le centripete, fra le quali si annovera la gravità. Ora dalle oscillazioni de' penduli ha dimostrato l' Ughenio, che questa potenza in distanza eguale dal centro, è sempre proporzionale, non già al volume de' corpi, ma bensì alla quantità della materia, ch' essi contengono. E se di materia ogni corpo è pieno zeppo egualmente, e se fra gli atomi nessuno spazietto inane si frappone; dee necessariamente conchiudersi, che qualunque misto è composto di due specie di materia, una pesante, che continuamente è spinta verso il centro della Terra, e l' altra non grave, ed indifferente a persistere nel sito, in cui si ritrova, ammonendoci l' esperienza, che varj corpi sotto pari volumi, di peso ineguale sono forniti.

Poco importa, che l' ipotesi sia ricevuta dagli Avversarj, i quali ad altro sutterfugio non sapranno ricorrere. A me basta, che siami nota la proporzione fra le particelle realmente dotate di gravità, che da due masse di qualunque genere si comprendono. Delle restanti non faccio conto, che ad altri centri forse diriggonsi, come l' etere Cartesiano, veicolo della luce, a quello del Sole. Ed in vero questa mole immensa girata intorno il suo asse con rapidissima velocità si sarebbe a quest' ora dissipata, e consunta, se la forza centripeta non mettesse freno alla centrifuga, e tra le due forze contrarie, fin dal principio delle cose, non si fosse formato un durevole giusto equilibrio.

V.

Dalla gravità mi fo strada a favellar dell' inerzia, dalla qual proprietà spero di trarre un argomento convincentissimo a favore del vacuo. La ripugnanza a cangiare stato essenziale alla materia fisica, risede in tutti i corpi, quanti sono in Natura, siano pure fluidi, o solidi, rari, o densi, e rimirino un centro piuttosto che l'altro, o, se così piace, nessuno; per guisa che spogliati essi di tale attributo, cessano d'essere, ed al mero nulla riducansi. E' legge naturale inviolabile, che l'inerzia si misura dalla quantità della materia; onde sia in qualunque incontro come massa a massa, così inerzia ad inerzia. Il vano soltanto, per nostro modo d'intendere, va esente dalla ritrosia di mutare stato; perchè il niente a cangiamento non è soggetto. Esso altrove non si trasporta, nè abbandona un luogo, per occuparne un' altro: non esercita azione, o reazione, e non è guarnito di forza,

e di

e di reſiſtenza: in due parole non può far figura nè di cauſa, nè di efetto.

Premeſſe le neceſſarie notizie, aſſumo una poſizione, che non mi può eſſere contraſtata. Abbianſi tre palle A, B, C eguali di diametro, e conſeguentemente di volume. Eſplorate ad una ad una colla bilancia, ſappiaſi, che le due A, B ſono pari di peſo, e che paragonate colla terza C più leggiera, i peſi ſtanno in ragione del numero intiero n all' unità, cioè come $n:1$. Quindi ſi conoſce il rapporto tra la quantità maggiore della materia compreſa dal globo B, e la minore contenuta nel globo C, e di conſeguenza qual proporzione ci corra fra la doppia ineguale inerzia, di cui ambo i globi ſon corredati.

Siano Fig. 10.) tutte e tre le ſuddette maſſe perfettamente molli, e prive di qualunque virtù di molla, ed urti la prima A animata dalla velocità u nella ſeconda B coſtituita in quiete. Compiuta la comunicazione del moto, trovo, che le due sfere camminano colla medeſima celerità eſpoſta per $\frac{nu}{n+n} = \frac{u}{2}$, cioè colla metà della primitiva. Tenuta ferma l' ipoteſi, la palla A percuota la terza C parimente quieta, e dopo la colliſione procederanno amendue colla comune velocità eſpreſſa per $\frac{nu}{n+1}$. Per la qual coſa confrontate le due velocità, ſaranno come $2 : n+1$, cioè viaggerà più pigra la maſſa B, e la C quanto ſi vuole più celere.

Quì bramerei d' udire, come i Fautori del pieno ſpieghino il ſempliciſſimo fenomeno. Donde proviene la diſparità delle velocità, e delle forze? Dove c' è minor maſſa, ivi la velocità creſce, ed all' incontro, all' aumentarſi della maſſa, ſcema la celerità. I Carteſiani, che ſtimano la forza viva dalla quantità del moto, la quale ſeguito il congreſſo ſi conſerva intatta, ſaranno aſtretti a dire, che ſi fa una compenſazione tra la minor maſſa, e la maggiore velocità, o pure al contrario. Ma ſe tutto è pieno, e non ci ha un minimo ſpazietto, in cui non alloggi la materia accompagnata dall' inerzia; egli è manifeſto, che i due volumi eguali B, C abbracciano una pari quantità di materia; dunque in eſſi ſoggiornano maſſe tali, che alla mutazione di ſtato ripugnano con egual ritroſia. E perchè la palla A inveſte entrambi colla medeſima energia; mi ſi dica, per qual ragione non ſucceda lo ſteſſo effetto relativamente alle velocità impreſſe?

Mi rivolgo ai Leibniziani, i quali dal prodotto della maſſa A nel quadrato uu della velocità diviſo per due miſurando la forza viva, vogliono, che perſeveri intiera dopo la percoſſa; purchè ſi metta in conto quella parte, che rimane in qualità di viva, e l'altra porzione, che paſſa in morta, e nella ſcambievole ammaccatura ſi ſpende. Nel primo colpo tanto la forza viva ſuperſtite, quanto la impiegata nella contuſione ugualmente ſi eſprime per la grandezza $\frac{n.u^2}{4}$, ma nel ſecondo l'una per $\frac{n^2.u^2}{2.n+1}$, e l'altra per $\frac{n.u^2}{2.n+1}$

Quinci le due forze vive reſidue ſi riſpondono in ragione di $n + 1 : 2n$, e le perdute come $n + 1 : 2$. Anco nella ſentenza del Leibnizio ha luogo il compenſamento; imperocchè, eſſendo in ambe le azioni coſtante la forza impreſſa nel globo A, ſi produrranno bensì effetti pari, ma in maniera diſſimile diſtribuiti. Giacchè nel corpo C ſi rinviene minor ripugnanza alla mutazione di ſtato, acquiſta eſſo una maggior porzione di forza viva, ed una più picciola nel mutuo coſtipamento ſe ne conſuma: all'oppoſto di ciò, che ſuccede nella ſfera B, riſpetto cui più ſi perde della forza primitiva nell'ammaccare, e manco, ſiccome forza viva, ſe ne conſerva. Io non capiſco, qualmente la Natura fuori d'ogni ragione nella guiſa eſpoſta diverſifichi le ſue operazioni. I due volumi B, C contengono in ſe ſteſſi eguale quantità di materia; dunque di pari inerzia ſono ſorniti, ed all'impeto coſtante del corpo B con eguale reſiſtenza ſi oppongono; dunque al cangiamento di ſtato egualmente ripugnano. E ſe tutte le coſe ſono pari, e non ci ſi ſcorge la menoma differenza; ſi conchiuda, che gli effetti a coppia a coppia di movere, e di ammaccare, non oſtante che la ſperienza ci aſſicuri del contrario, dovrebbono eſſere ſomigliantiſſimi: altrimente nel caſo noſtro ſi porrebbe una irragionevole eccettuazione al gran principio della indifferenza.

VI.

Siamo di bel nuovo da capo. Andava meco medeſimo diviſando, con qual riſpoſta poſſano farſi incontro gli Avverſarj del vacuo. A due partiti ſi appiglieranno in dicendo, o che ſi danno in Natura infinite ſpezie d'inerzia addoſſate a varj corpi, e più, o meno ſofferenti del mutamento di ſtato; ovvero che ſiccome ſi ſono dovuti ammettere due generi di corpi, alcuni peſanti, ed altri ſpogliati di gravità, così conviene adottare la diviſione delle maſſe in due ſpezie, cioè inerti, e non inerti, profeſſando, che queſt'ultime ci diano agio di ſalvare moltiſſimi fenomeni, e ſpezialmente i menzionati, perchè non ſono a parte d'innumerabili effetti naturali, e non an particolarmente luogo, dove ſi tratta di forze, e di reſiſtenze. L'una, e l'altra ſuppoſizione è ſtata ſufficientemente rifiutata ne'capitoli 6°., e 7°., dove ho fatto vedere eſſer l'inerzia una conſeguenza dell'impenetrabilità. Imperciocchè non ricevendo l'impenetrabilità il più, ed il meno; ne viene di conſeguenza, che poſta la maſſa coſtante, lo ſteſſo debba dirſi ancor dell'inerzia. Solamente avverto, che cotali ſuppoſizioni non poſſono conciliarſi nè cogli eſperimenti de'penduli, nè colle dimoſtrazioni indi dall'Ughenio dedotte.

Per altro, ſe uſciſſe mai di bocca a'Carteſiani, ed ai Leibniziani l'eſorbitanza, che v'abbia corpi privi d'inerzia, vorrei pregarli a tenermi dietro nel ſeguente raziocinio. Queſta materia priva d'inerzia ritiene abuſivamente il nome della coſa, ma non mai la ſoſtanza. Se l'inerzia naſce dalla impenetrabilità; ne ſegue, che la materia non inerte ſenza fallo è penetrabile, e per legittima conſeguenza anco immobile; concioſſiachè ripugna, che ad eſſa ſi comunichi il moto, quando la penetrazione non conſente, che venga traſpor-

ſportata da luogo a luogo. E ſe così è, ella è onninamente incapace di agire, e di patire, ed affatto inetta per ſoſtenere la forza attiva, o la paſſiva reſiſtenza. E ſe il niente di neſſuna qualità è guarnito, giuſta l'antichiſſimo comune pronunziato *non entis nullæ ſunt qualitates*; inferiſco, che tal ſorta di materia inventata ad unico oggetto di eſcludere il vuoto, ſi riſolve in un puro nulla. Mi ſi opporrà, che in eſſa quanto ſi voglia eſtenuata ſi rinviene tuttavia la trina dimenſione, da cui nel ſuo eſſere è coſtituita: ma queſta proprietà ſemplicemente immaginata, per riempiere lo ſpazio, dallo ſpazio medeſimo non ſi diſtingue, ſiccome quella, che conſiſte in una mera privazione, ed in una relativa capacità. Per altro ſe nulla opera, nulla è, e bramerei venire iſtruito, qual fiſico effetto ad eſſa attribuire ſi poſſa.

Appreſſo la materia, che io chiamerò inane, s'allontana sì fattamente dalla reale, e ſolida, che ci paſſa un infinito di mezzo, ed appunto quello, che ſta fra il non eſſere, e l'eſſere. Eſſendo poi nuda d'ogni poſitivo attributo, al nulla talmente s'accoſta, e ſi raſſomiglia, che con eſſo ſi confonde, e giudico uno ſforzo vano l'andar in traccia delle differenze, per cui ſi diſtingue dal nulla. Tutta dunque la gran controverſia, che ha poſto in tumulto la Repubblica de' Filoſofanti, e gli ha in due fazioni diviſi, va a terminare nell'uſo, o meglio nell'abuſo d'un vocabolo. Se a quel non ſo che, cui piace a parecchi Fiſici d'appellare materia, o eſtenſione, ma penetrabile, e non inerte, io darò il nome di vacuo; non credo, che mi ſi muoverà queſtione ſulla parola. Il punto ſta, ch'io all'inane ſubbietto non accorderò mai una quantunque imperfettiſſima realità, e con queſta chiave alla mano m'aprirò l'ingreſſo nelle ſegrete ſtanze della Natura, ſpiegando molti fenomeni, che per altra via ſi rendono ineſplicabili.

VII.

Uno fra gli altri ſarebbe appropiato alla preſente iſpezione. I corpi ſolidi, che a traverſo de' fluidi ſi ſanno ſtrada, perdono appoco appoco il lor movimento, e ſi riducono alla quiete, ogni qual volta la forza impreſſa reſta dal mezzo, cui paſſo paſſo ſi comunica, intieramente aſſorbita. Mi appoggio alla ſola ſperienza, e non mi curo per ora della teorica inviluppata d'inſuperabili difficoltà; non eſſendoſi per anco ſtabilite le vere leggi delle reſiſtenze. Contentiamci di ſapere, che ſi danno liquidi rari, e denſi, di maggior, e minor inerzia dotati, e che conſeguentemente contengono più, e meno quantità di materia. Atteſe le circoſtanze, una palla da moſchetto compie un lungo viaggio per l'aria, ed un aſſai più corto per l'acqua, e breviſſimo per l'argento vivo. Anche i tempi ſono d'inegual durata, eſtinguendoſi tanto più preſto il moto, quanto il mezzo è più conſiſtente.

Io, che non abborro il vacuo, uſcirò agevolmente d'impaccio; imperciocchè negli effetti memorati, oltre il ſregamento, e la tenacità, c'entra, ſiccome elemento principale, la differente quantità della maſſa, che viene cacciata di luogo con velocità pari a quella, che nel corpo duro attualmente riſiede. I Difenſori della contraria opinione ſi troveranno imbarazzati dalle medeſime ragioni, che nell'antecedente paragrafo ſi ſono allegate. Ogn'

in-

interſtizio, ſecondo loro, fra le particelle del fluido è pieno di materia ſottile, pigra, denſa, e ripugnante ad eſſere trasferita altrove, al pari della più groſſa, e maſſiccia. Donde dunque procede la grande diſparità tra le reſiſtenze? Non credo mai, che mi verrà riſpoſto, doverſi in tali contraſti tener conto, non già della materia, quantunque inerte; ma bensì delle frizioni, e delle viſcoſità, le quali accreſciute, o diminuite, alle reſiſtenze dan norma. E' un gran poſtulato, che s'abbia a traſandare l'elemento principale, per attenerſi ai ſecondarj. Non è in noſtra balìa il diverſificare le denſità de' liquidi, e maſſime di quelli, che come l'acqua, e il mercurio non ſoffrono ſenſibile coſtipazione. Poſſiamo però valerci de' ſolidi liſci, e puliti, onde la fregagione rechi pochiſſimo intoppo. Poſſiamo altresì ſcegliere fluidi, ne' quali non ſi ſcorga notabil tegnenza, come certi ſpiriti lavorati da' Chimici, e dietro la ſcorta del Cavalier Newton aſſicurarci per via delle refrazioni, della loro tenue viſcidità. Ridotte le coſe a dovere, ſuſſiſte l'argomento nel ſuo vigore; atteſochè le reſiſtenze, quaſi interamente dalle quantità della materia inerte ponno in qualche incontro dipendere.

CAPITOLO UNDECIMO

Della Velocità.

I.

RAriſſimi, a mio giudizio, ſi contano i caſi fiſici, ne' quali i corpi camminino con equabile velocità; imperciocchè o ſono continuamente accelerati dalle forze impellenti, o ritardati dalle reſiſtenze; onde non mai nello ſteſſo ſtato perſiſtano. Ciò non oſtante i Meccanici ſul moto uniforme, idea ſempliciſſima, e che nulla in ſe contiene di ripugnante, anno fondati alcuni primi evidentiſſimi principj, che felicemente ſi applicano ad una gran parte degli effetti della Natura, i quali dal movimento pochiſſime fiate vanno diſgiunti.

Non può concepirſi la velocità, che ſubito non ſi preſenti la nozione dello ſpazio, e del tempo. Trasferito un mobile da luogo a luogo, mi cade in mente di miſurare l'intervallo frappoſto tra il punto delle maſſe, e la meta, a cui ſi perviene: indi mi naſce la curioſità di ſapere, quanto tempo ſi ſia impiegato. Egli è vero, che le tre magnitudini tempo, ſpazio, e celerità ſono eterogenee, e conſeguentemente tra loro mal comparabili: atteſochè per quanto una di eſſe ſi accreſca non arriva mai a ſuperare le altre, colle quali non paſſa, ſecondo Euclide, una legittima proporzione. Ma i Geometri anno trovato il modo di farne uſo, non ſolo per via di analogie, ma riducendole all'egualità; e l'artifizio conſiſte nell' eſporle con quantità omogenee, o ſiano numeri, o linee, o meglio ſegni, e ſpezie analitiche, che ad ogni genere di grandezze del pari ſi adattano.

II.

II.

Egli è manifeſto, e baſta metterci un po' d'attenzione, che correndo due corpi per linea retta con eguale velocità, gli ſpazj traſcorſi ſono in ragione de' tempi ſpeſi a traſcorrerli; che poſti i tempi eguali, gli ſpazj ſono come le velocità; e che fatti di pari lunghezza gli ſpazj, ſi trovano eguali i prodotti de' tempi, e delle velocità. Quinci naſce la formola generale $s = tu$ (le lettere iniziali s, t, u, dinotano ſpazj, tempi, e velocità) da cui ſi cavano i teoremi dimoſtrati dal Galileo nel ſuo Trattato de' moti equabili; cioè gli ſpazj ſono in ragione compoſta de' tempi, e delle velocità; i tempi in ragione diretta degli ſpazj, ed inverſa delle velocità; e le velocità in ragione diretta degli ſpazj, e reciproca de' tempi.

Se mai le velocità ſi denno aſſumere ſiccome equabili, ci ſi concede una piena licenza di ſupporle tali, qualunque volta il mobile cammina in un tempo inaſſegnabile per uno ſpazio infinitesimo. Allora ſebbene la velocità non è in rigor geometrico ſquiſitamente coſtante; tuttavia gl' incrementi, e le diminuzioni ſono tanto menomiſſime, che appartengono ad un ordine inferiore di quantità infinitamente picciole, e cotali ſono $u \pm du$. Per la qual coſa in cambio della perfetta uguaglianza, ſottentra l'adequazione, e ſi traſcurano le menzionate grandezze, che portano con ſeco errori non computabili, e nulla turbano le operazioni.

Coloro, che ſono avvezzi a maneggiare problemi ardui, e maſſimamente quelli, in cui ſi cerca di determinare i moti per linee curve, ſanno qual profitto ſi tragga dalla formola ridotta alle quantità elementari $ds = udt$, nella quale la velocità u è finita, e lo ſpazio ds, ed il tempo dt infinitesimi. Di cotal formola debbo far uſo nel progreſſo del movimento, qualunque volta la velocità acquiſtata ſia infinitamente maggiore del ſuo incremento, o decremento. Ma nel principio del moto, eſſendo la velocità $= o$, e in un minimo tempicello acquiſtandoſi per tutt' i gradi una velocità comunque infinitesima, non può mai aver luogo l'ipoteſi della coſtante velocità. In queſt' incontri ſarà neceſſario ricorrere ad altre formole.

Sono note le leggi, con cui s'accelera il movimento da una forza coſtante, e dinotando la forza per f, la maſſa per m, vengono eſpreſſe dalle ſeguenti formole $\frac{ft}{m} = u$; $\frac{2fs}{m} = u^2$, dalle quali deriva la terza $\frac{2ms}{f} = t^2$; In queſte, ſupponendo s, o t infinitamente picciole, ſi verranno a determinar l'altre ſpezie, ed a fiſſare a qual genere d'infinitesimi eſſe appartengano. Sebbene poi le forze ſieno variabili, pure per uno ſpazietto, e per un tempicello minimo ſi vogliono conſiderare come coſtanti, eſſendo inaſſegnabile la loro alterazione; laonde ſoſtituendo in luogo di s, t, u, le infinitesime ds, dt, du, naſceranno le formole appartenenti a qualſivoglia genere di forze; cioè $\frac{fdt}{m} = du$, $\frac{2fds}{m} = du^2$; $\frac{2mds}{f} = dt^2$, di cui ne' moti iniziali

ab-

abbiamo a valerci. Potrei dalle proprietà indicate dedurre qualche fisica conseguenza, ma la ricerca non è della presente stagione.

III.

Abbracciano concordemente i Fisici un assioma spacciato per irrefragabile, e sovente inculcato dal Cavalier Newton, che negli effetti particolari non va considerato il moto comune. Un uomo, o sia trasportato dalla Nave, o pur la nave stia ferma, esercita le medesime azioni con pari facilità, nè si stanca più ad operare nella barca mossa, che nella quieta. Del moto traslato, dietro la scorta dell' Ughenio ho dato un tocco nel primo libro, ma non erano ancora state premesse le cognizioni tutte necessarie per dilucidar la materia. Il pronunziato è verissimo, ogni qual volta i movimenti particolari nel comune nè punto, nè poco influiscono, o pure l'azione è così minima, ed inassegnabile che può trasandarsi. Sarà poi fisicamente vero, quando l'influsso è bensì qualche cosa, ma tale, che il principal effetto sensibilmente non altera. Per altro conviene star bene inteſi, per non lasciars' ingannare; imperciocchè sovente s' inciampa in paralogismi nascosti, ed appena evitabili. E di questa fatta si è quello, in cui sono incorsi li Signori Mac-Laurin, e Turin, impugnando il sistema Leibniziano delle forze vive. L'uno si serve dell'azione di un uomo, e l'altro di quella d'un elastro. Alla seconda io mi appiglio, siccome più conosciuta, massime dappoichè il celebre Leonardo Eulero, per mezzo delle molle, ha dimostrato le leggi della comunicazione del movimento.

Debbo esporre prima d'ogni altra cosa il loro sottilissimo raziocinio. Collocano dentro una barca un elastro chiuso applicato alla palla A, il quale aprendosi le comunichi la velocità $= V = 1$. Chiara cosa si è, che l'energia dell'elastro può esprimersi per l'unità. Indi suppongono la barca dotata della velocità $= V = 1$, colla quale si muoverà di conseguenza il corpo A posto dentro la barca. Aprasi di bel nuovo l'elastro, la sperienza, e la ragione dimostra, che egli aggiunge al corpo A la velocità $= 1$, onde si muoverà colla velocità $= 2V = 2$. Se ascoltiamo i Leibniziani, dicon essi, il corpo A sarà dotato della forza $= \frac{4A.V^2}{2}$. E quì domandano, donde risulti un effetto, che supera di gran lunga la propria causa? Egli è certo, che prima dell'azione della verga elastica la sfera A era animata dalla forza $A.\frac{V^2}{2}$ proveniente dal vascello. E perchè atteſa la teorica de' movimenti traslati, il moto, e la quiete della nave non diversifica la impressione dell' elastro, che non è capace di esercitare, se non se la sua solita forza; ne segue, che per tal titolo la nostra palla ne riceverà un secondo grado pari al primo, ed uguale ad $A.\frac{V^2}{2}$. Unite insieme le due forze, una nascente dal

moto

moto uniforme della barca; e l'altra dal vigor immutabile della molla (concioſſiache non ſi può immaginare novella forza, che venga altronde, ed alla ſfera ſi addoſſi) il mobile camminerà colla forza viva $\frac{2A.V^2}{2}$, e non mai con $\frac{4A.V^2}{2}$, e conſeguentemente colla velocità $= V\sqrt{2}$, e non colla $2V$, conforme richiede e la ragione, e la ſperienza. Per evitare l'aſſurdo convien adottare la ſentenza de' Carteſiani, i quali miſurando le forze dalla quantità del moto pretendono, che le coſe rieſcano a dovere, mentre nella maſſa A riſiede la quantità del moto, o ſia la forza $2AV$ eguale alle due $AV + AV$, che dalla doppia cagione le vengono ſomminiſtrate.

IV.

Per aprirmi l'adito ad iſvelare l'inganno, io avverto, che un elaſtro poſto dentro una barca, ed applicato al corpo A eſercita la ſua azione, e contro al corpo, e contro alla barca. Due ipoteſi ſi poſſono iſtituire; la prima, che l'elaſtro nel dilatarſi comunichi, od aggiunga al corpo A la velocità aſſoluta $= V = 1$; la ſeconda, che la detta velocità $= 1$ in luogo d' eſſere aſſoluta, ſia relativa per riguardo alla barca. Della prima ipoteſi è ſtato trattato abbaſtanza, e dimoſtrato, com' ella s'accordi colla ſentenza del Leibnizio nel Dialogo delle forze vive del P. Vincenzo Riccati: mi tratterrò al preſente ſolo nella ſeconda, facendo vedere, che ſe dall'elaſtro nella barca quieta riceve il corpo la velocità relativa $= V = 1$, queſta ſteſſa velocità gli ſarà aggiunta nella barca moſſa, ſalva la giuſta diſtribuizione delle forze ſecondo la ſentenza del Leibnizio. Chiamo la maſſa della barca $= M$, quella del corpo $= A$, e ſuppoſto quieto il vaſcello, ſi ſpieghi l'elaſtro, e metta in moto tanto il corpo A, quanto il vaſcello M. La velocità aſſoluta del corpo ricevuta dall'elaſtro ſi chiami $= x$. Poichè le velocità comunicate dall'elaſtro ai due corpi, in mezzo de' quali è poſto, ſerbano la ragion reciproca delle maſſe; il vaſcello ſi muoverà colla celerità $= \frac{Ax}{M}$. La velocità del corpo A relativamente al vaſcello eguaglia le due contrarie velocità ora determinate: dunque naſcerà l'equazione $\frac{Ax}{M} + x = V$, d' onde ſi trae $x = \frac{MV}{A+M}$, velocità aſſoluta del corpo; e ſoſti-

tuito queſto valore nella aſſoluta velocità della Nave, la troveremo $= \frac{AV}{A+M}$.

Eſſendo coſa manifeſtiſſima, che le forze vive de' corpi in moto devon deſumerſi, non dalle velocità relative, ma dalle aſſolute; ne riſulta la forza viva del corpo $A = \frac{AM^2V^2}{2.\overline{A+M}^2}$, e quella della nave $= \frac{A^2MV^2}{2.\overline{A+M}^2}$. Ma a queſte due deveſi uguagliare l'energia dell' elaſtro; dunque eſſa eſprimeſi per la formola $\frac{A^2MV^2+AM^2V^2}{2.\overline{A+M}^2} = \frac{AMV^2}{2.\overline{A+M}}$.

V.

Paſſo al ſecondo caſo, in cui ſupponeſi eſſere trasferita la navè inſieme col corpo, e coll'elaſtro colla celerità $= U$. Nello ſpiegarſi dell' elaſtro s'accreſca al corpo la velocità $= z$; dunque la velocità levata alla nave $= \frac{Az}{M}$; perciocchè queſta è a quella, che il corpo acquiſta, in ragion reciproca delle maſſe. Per tanto il corpo ſi muoverà colla velocità aſſoluta $= U+z$, e la nave colla velocità $= U - \frac{Az}{M}$. Eſſendo queſte coſpiranti, ſottraendo l'ultima dalla prima, avremo la velocità del corpo relativamente alla nave $= U+z-U+\frac{Az}{M} = z+\frac{Az}{M} = V$ per l'ipoteſi; dunque $z = \frac{MV}{A+M}$: ma lo ſteſſo valore aveva la x nell' ipoteſi della nave quieta; dunque quella velocità aſſoluta, che nel primo caſo novellamente imprimeſi al corpo, ſi aggiunge nel ſecondo.

Fa di meſtieri determinare la forza viva dalla nave perduta; mercè che queſta per mezzo dell' elaſtro paſſa nel corpo. Eſſa prima dell'eſpanſion dell'elaſtro era dotata della forza viva $= \frac{MV^2}{2}$: aperto l'elaſtro ſi

tro-

trova aver la forza $= \frac{M}{2} \cdot \overline{U - \frac{AV}{A+M}}^2$. Sottraendo queſta da quella ritroveremo la forza dalla nave perduta $= \frac{2AMUV}{2.\overline{A+M}} - \frac{A^2MV^2}{2.\overline{A+M}^2}$. Se queſta ſi aggiunga all' intera energia dell' elaſtro, avremo novellamente trasfuſa nel corpo $A = \frac{2AMUV}{2.\overline{A+M}} - \frac{A^2MV^2}{2.\overline{A+M}^2} + \frac{AMV^2}{2.\overline{A+M}}$, la qual formola, ſe riducaſi alla medeſima denominazione, e ſi faccia la neceſſaria ſottrazione, ſi cangia nella ſeguente $\frac{2AMUV}{2.\overline{A+M}} + \frac{AM^2V^2}{2.\overline{A+M}^2}$: ma il corpo prima dell' eſpanſion dell' elaſtro era fornito della forza $= \frac{AU^2}{2}$; dunque l' intera forza dell' iſteſſo corpo, aperto l' elaſtro ſarà $= \frac{AU^2}{2} + \frac{2AMUV}{2.\overline{A+M}} + \frac{AM^2V^2}{2.\overline{A+M}^2} = \frac{A}{2} \cdot \overline{U + \frac{MV}{A+M}}^2$, cioè alla metà del prodotto della maſſa nel quadrato della velocità aſſoluta.

VI.

Ricaviamo alcuni corollarj. Se la velocità U, con cui ſi ſuppone nel ſecondo caſo viaggiar la nave, ſi faccia $= \frac{MV}{A+M}$, cioè uguale a quella, che al mobile ſi dà in caſo della barca quieta, o che ſe gli accreſce nel caſo della barca moſſa; ſi ritroverà la forza aggiunta al mobile eſſer tripla di quella, ond' era fornito prima dell' eſpanſion dell' elaſtro: la qual conſeguenza moſtra, eſſere affatto inſuſſiſtente l' argomento prodotto dai due celebri Geometri Ingleſi.

Se poi si supponesse la barca muoversi colla **velocità V**, ch'è la velocità relativa acquistata dal corpo per riguardo alla barca, la forza di nuovo introdotta nel corpo A non sarebbe, nè dovrebbe essere tripla di quella, da cui era antecedentemente animato; perciocchè la velocità assoluta nuovamente acquistata non è uguale alla precedente comune col vascello, siccome le formole manifestamente il dimostrano. Ben è vero, che se la massa del vascello fosse infinita, la velocità relativa si adeguerebbe all'assoluta, onde le premesse due ipotesi si unirebbero in una. E questa posizione si verifica fisicamente, ogni qual volta la massa del corpo è fisicamente incomparabile con quella del vascello.

VII.

Nella mia analisi ho supposto, che la forza perduta dalla nave passi nel corpo. Sarà bene metter in chiaro questa verità con alcune riflessioni. L'elastro esercitando i suoi conati non può togliere alla barca un qualsisia grado di forza viva, se in se stesso non la ricetta; perchè certamente la tolta non si annichila. Dimando per qual mezzo giunga la molla ad acquistare novella forza, oltre quella, che nel rannichiarla s' era antedentemente impiegata. Ciò senza fallo non si conseguisce, mentre non si accresca la costipazione; imperciocchè altronde la nuova forza non sopravviene. Il moto dunque del vascello stringe di mano in mano l' elastro, e passo passo, e non già di salto, la forza da un corpo all' altro si trasferisce. Ma quì non manca l'azione; conciossiachè la molla, la quale dalla parte C (Fig: 11.) liberamente si spiega, e non incontra salvo che l'inerzia del globo A, non trattiene in se medesima la forza, per così dire, straniera; anzi speditamente nella massa A la trasfonde. Basta un'occhiata di mente attenta, per capire, che ci ha da essere necessariamente un notabil divario in ciò, che concerne l'azione, e la reazione dell'elastro, e la forza comunicata alla palla A nella doppia ipotesi, che stia ferma, o che si muova la nave.

Agevolando l' intelligenza dell' artifizioso meccanismo, considero a parte a parte la gemina impressione fatta dalla molla nel mobile A. Proviene la prima dalla forza, per cui si suppone precedentemente corrugata la verga BC, la quale svogliendosi scarica tutto il suo vigore sul corpo A, che in se stesso senza alcuna diminuzione il riceve, mentre la nave, anzi che acquistare, perde forza, e velocità. La seconda procede dagl' iterati stimoli della nave. Comincia essa a sollecitare la prima fibrilla BF, che costipata fa sforzo di dilatarsi, ma non potendo stenderfi dal canto B, perchè la forza viva predominante ci mette un insuperabile ostacolo; si volta a premere la vicina FH, e questa la terza, e così di mano in mano, fino a che, pervenuta l'azione all'ultima fibra GC, nella palla A fa passaggio. Continua il giuoco per tutto il tempo, che la molla a ricuperare il suo stato naturale ci spende, e compiuta la restituzione, più non appoggiandosi alla massa A, nè più oltre accelerandola, di conseguenza non sente più l'azione del vascello mosso; se non se in quanto cammina colla velocità impressa, di cui anco prima di rimetterfi era fornita.

E con-

E conciossiacosachè gli elementi menomi della nostra verga con pari facilità si comprimono, e si spiegano; ne nasce, che in qualunque istante l'elastro per questo titolo sensibilmente non muta stato; atteso che per conto della nave in moto, le sue fibre non sono successivamente soggette, se non se rispetto alla dimensione, ad uno inassegnabile restringimento. E quanto la fibra BF si serra, e si apre verso H, altrettanto sanno quelle di mezzo per fino all'ultima GC. La forza dunque, ch' esce dal vascello, passeggia da capo a fondo per tutta la serie delle fibrille, e quanta essa è, alla palla A si addossa, senza che l'elastro soffra una computabile alterazione. Per la qual cosa la detta forza, che viene al di fuori, non si oppone, e non perturba l'ordinaria espansione della molla, che in pari tempo si compie, o nella nave immota, o nella trasferita con qualsivoglia velocità;

VIII.

Il P. Riccati ci ha fatti accorti d'una importante cautela, di cui bisogna far uso nella teorica de' moti traslati, principio per altro secondo ed utilissimo, purchè non si applichi a contrattempo. Sino che si tratta di semplici velocità, esso è generalmente infallibile, e sicuro: ma ci vuole una grande circospezione per adattarlo alle forze vive; imperciocchè si corre facilmente rischio di cadere in qualche nascosto paralogismo. Nell'esempio addotto, se i lodati Matematici, che sul movimento trasferito si sono fatti forti, avessero saputo, che seguita l'azione, la forza viva impressa nel mobile A dall'unione delle cause operanti debbe esprimersi per la grandezza

$\frac{A}{2} \cdot \overline{U + \frac{MV}{A+M}}^{2}$, e per $U + \frac{MV}{A+M}$ la velocità relativamente allo spazio immoto, si sarebbero avveduti, che svaniva la difficoltà da loro promossa. Ma non era così agevole il venir a capo dell'inchiesta, e perciò non è maraviglia, che l'opposizione sia rimasta parecchi anni senza l'adeguata risposta.

Per ben valersi del moto traslato, io propongo tre canoni di metodo. Coll'ajuto d'esso si determinino soltanto le velocità assolute, e più oltre non si proceda: indi alzandole opportunamente al quadrato, si faccia passaggio ad investigare la misura delle forze vive: per ultimo si vada in traccia delle cagioni, da cui esse forze vengon prodotte, e se ne separino gli elementi. Tutto ciò nel soggetto, che si è preso a dilucidare, si è puntualmente eseguito.

CA-

CAPITOLO DUODECIMO

Si proseguisce a discorrere della velocità.

I.

Ripiglio per mano la materia delle velocità, e poste in non calere le metafisiche speculazioni, di cui guari non curano i Fisici, mi riserbo a provare ne' seguenti capitoli, che forza non distrugge forza, e nel presente, che trattandosi di velocità contrarie, dee dirsi tutto all' opposto. Qualunque volta un corpo da una data forza si rinviene animato, non se ne può spogliar mai o in tutto, o in parte, se non la impiega a produrre un qualch' effetto proporzionale alla cagione, o vogliam dire alla forza perduta.

All' incontro delle velocità, che da cause separate, e distinte traggon l'origine, e che nella medesma massa si annidano, hassi a prender la somma, se sono cospiranti, e la differenza, se sono contrarie (dell' equipollenti tra poco terrò ragionamento) e sollevando l'una, o l'altra, cioè la somma, o la differenza alla seconda dignità, non ommesse le masse, si conseguirà la vera stima delle forze vive. In fatti per misurarne l'energia, la Natura non tien conto, salvo che delle celerità, che attualmente sussistono, nè mancano ad esso lei gli artifizj per generarle, e per accrescerle, o diminuirle, conforme le circostanze richiedono, tenuta però sempre ferma la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti.

II.

Nel capo premesso se ne è dato un saggio, ed ora non mi sia disdetto d'aggiugnerne un altro più semplice. Cada la palla A (Fig. 12.) dalla sublimità A, e pervenuta che sia in B animata dalla sua costante gravità, cominci a discendere la seconda sfera C = A dal punto più basso C per la medesima linea del piombo ACD. Prima d'ogn'altra cosa determino il sito D, in cui il globo A urta nel corpo C, e partecipa ad esso una porzione della sua forza acquistata per la caduta. Facciasi come la quadrupla AB alla BC; così la BC alla CD, e sarà segnato il punto D, nel qual segue la percossa. Ora essendo eguali per l' ipotesi le due masse A, C, se saranno ambe fornite d'una squisita virtù di molla, ed anco, se così piace di mole infinitesima, onde la comunicazione del moto si compia in un tempo minimo; atteso i canoni noti, le suddette sfere permuteranno le velocità; per guisa che il solido A, il quale prima del colpo camminava nel punto D colla velocità espressa per $\sqrt{AD}$, e l'altro C colla velocità espressa per $\sqrt{CD}$, proce-

cederanno seguita la collisione, il primo, come se discefo fosse dall'altezza CD, ed il secondo, come se fosse caduto dalla sublimità AD.

Egli è vero, che se AD fosse per avventura quattro fiate maggiore di CD, le velocità sarebbono in ragion doppia, e le forze vive in quadrupla tanto prima, quanto dopo la permutazione; essendosi in molte occasioni dimostrato, che le dette forze si misurano dall'azione della gravità costante moltiplicata nello spazio trascorso, e non nel tempo, in cui percorre: laonde fornito il globo C di un grado di forza per il discendimento CD, debbe guadagnare altri tre acquistati già dal corpo A nella caduta per AC tripla di CD che totalmente li perde, riserbando solo per se il quarto grado, come se principiando a muoversi dalla quiete fosse piombato per la linea CD. Qualmente poi nella comunicazione del movimento fra le masse perfettamente elastiche la Natura distribuisca le forze vive, si è altrove ad evidenza spiegato.

III.

Tengasi per indubitato, che le velocità provenienti da principj disgiunti per lo più si avvalorano, o si elidono, qualunque fiata accade, che al medesimo corpo si addossino. Affine di ben capirne l'economia, gioverà trattenersi di proposito sulle velocità composte, che con altro nome sogliono chiamarsi equipollenti. Cammini un mobile per la retta ACB (Fig. 13.) colla celerità equabile rappresentata dalla linea CB, e giunto in C, sopravvenga una impressione istantanea, che lo spinga per la direzione CD colla celerità costante CD; per modo che se il corpo C si movesse primieramente colla prima velocità, e poscia colla seconda, scorrerebbe in tempi pari gli spazj CB, CD proporzionali alle velocità prese separatamente. Tutti i Fisici convengono, che compiuto il parallelogrammo CDEB, e tirata la diagonale CE i moti semplici si complicano, ed il solido è obbligato a volgersi per il diametro CE, e seguitando una media direzione, a progredire colla celerità invariata CE, che viene a formarsi dalla composizione delle due laterali CB, CD.

Questo Teorema suole comunemente dimostrasi per via del moto traslato. Fingasi, che la retta ACB sia trasportata da una nave, che si muove per la direzione CB, e colla celerità CB, ed appresso che nello stesso tempo strascichi con seco la linea CD raccomandata al punto C, e sempre a se medesima parallela. Si ponga, che il mobile C proceda colla velocità uniforme CD per la retta CD; egli è manifesto, che i naviganti, i quali del movimento del vascello partecipano, vedranno soltanto la palla C mossa con passi eguali per la strada CD. All'incontro coloro, che sul lido dimorano, ai quali è palese del pari la traslazione del lato CD, ed il viaggio della palla C, quando la linea CD sarà pervenuta a cagion d'esempio in FH, si accorgeranno altresì, che il globo C, il quale atteso la velocità ad esso impressa, non se ne sta ozioso, avrà trascorsa la retta FG, e comparirà loro nel sito G. E perchè gli spazj passati in tempo eguale sono come le velocità; avrassi CB: BE = CD:: CF: FG, e conseguentemente il punto G, e

così

così diasi di qualunque altro, sarà nel diametro CE. Per la qual cosa il mobile C guarnito della velocità CE in un tempo dato correrà lo spazio CG per la direzione CE equipollente alle laterali CB, CD.

IV.

La dimostrazione ci convince, ma non c'illumina. Non si vede chiaro, da qual meccanismo, e da quali originarj principj venga diretta la composizione delle velocità, e la equipollenza delle direzioni. La cosa è talmente perplessa, che alcuni Geometri si sono lasciati uscir di bocca delle strane proposizioni. I Cartesiani, che sanno essere i due lati del triangolo CDE maggiori della base CE, non an potuto raccapezzare alcun sutterfugio, per tener ferma la debita uguaglianza fra le quantità del moto, misure secondo loro delle forze vive; imperciocchè le quantità del moto componenti Cx CB + Cx CD colla composta Cx CE ponno serbare qualunque proporzione di maggiore inegualità. Anzi taluno d'essi ha con franchezza asserito, che nel caso nostro non trova luogo l'irrefragabile assioma, che stabilisce la necessaria corrispondenza tra le cagioni, e gli effetti.

I Leibniziani non pareggiano le partite, salvo che nell'unica circostanza, che l'angolo BCD sia retto. Allora il quadrato $\overline{CE}^2$ della volocità equipollente s'eguaglia alla somma dei quadrati $\overline{CB}^2 + \overline{BE}^2$ delle celerità laterali, sta-salda l'eguaglianza fra le forze vive, che fanno figura di cause, e quella, che dal combinamento d'esse ne nasce siccom'effetto. Negli altri casi, fatto l'angolo CDE ottuso, o acuto, mal si rispondono le forze generanti colla generata.

V.

Fa di mestieri per tanto girare diversamente il nostro soggeto. Ed in prima liberiamci da un legieri equivoco. Altra cosa è, che non operando mai la Natura di salto, le velocità CB, CD si formino, e si aumentino in vigore de' successivi impulsi continuamente applicati; ed altra, che le predette velocità si concepiscano già prodotte, e per così esprimermi, amendue innestate nella massa C; onde non ammettano incremento, o diminuzione. Il primo caso non sa a nostro proposito, e sarà colpo di mera fortuna, se il corpo C camminerà con moto variabile per la direzione CE. Per lo più descriverà esso una curva appropiata alla doppia scala de' conati acceleranti.

Ne abbiam l'esempio ne' gravi, che spinti con una celerità equabile per una retta o orizzontale, o inclinata, nel tempo medesimo sono cacciati abbasso per la linea del piombo dalla lor naturale, e costante gravità. Corrono essi per un arco parabolico dalla complicazione de' moti delineato. Cessando la velocità equabile di traverso, il peso accellerandosi discenderà per la verticale, e tolte di mezzo le impressioni sollecitanti, il mobile abbandona la curva, e continua il suo viaggio per la tangente. Quinci obbligati i corpi a descrivere linee curve, la composizione, e la risoluzione delle velocità

tità ha ſoltanto luogo ne' triangoli elementari, i quali ad ogni minimo paſſo variano di grandezza, e di poſizione; e l'ipotenuſa dell'ultimo triangolo, o la fluſſione della curva prorogata ſi è quella, che determina la direzione del movimento uniforme.

VI.

Cadono unicamente ſotto la mia iſpezione le velocità CB, CD in qualunque modo ridotte all'equabile: e per farmi ſtrada ai caſi intermedj, piglio a conſiderare gli eſtremi. Sia l'angolo DCB infinitamente acuto; egli è manifeſto, che le due linee CD, CE coincidono colla terza CB, e coſtituiſcono una ſola linea. Si uniſcono dunque le due velocità CD, CB, e fanno sì, che il mobile C s'inoltri per la via CB con una celerità uguale alla loro ſomma CD + CB, o meglio colla velocità compoſta CE, che ambo in ſe ſteſſa adequatamente contiene. All'oppoſto abbiaſi l'angolo BCI ottuſo a due retti infinitamente proſſimo, e le linee CB, CI ci rappreſentino le velocità inſerite nel ſolido C; la retta CI ſovrappoſta alla CA indica, che la palla è ſpinta nell'atto medeſimo per due ſtrade direttamente contrarie. Ed in ordine a ciò, per miſurarne l'andamento, va aſſunto non più l'aggregato, ma la differenza delle due velocità: di modo che ſe CB è maggiore di CI, il corpo C s'incamminerà dalla parte CB colla celerità CB — CI, ed all'incontro poſta CB minore di CI, s'inoltrerà per la via CA colla velocità CI — CB. Che ſe per avventura le due celerità foſſero eguali, la ſfera C perſiſterebbe immota nel punto C; mercè che le velocità oppoſte ſcambievolmente diſtruggonſi.

Succede dunque, che le velocità coſpiranti ſi ajutano inſieme, e ſi avvalorano, e che le contrarie giuſto la lor prevalenza ſi contraſtano, ed in tutto, o in parte ſi elidono. Le forze vive poi ſi miſurano dai quadrati $\overline{CB+CD}^2$, $\overline{CB-CI}^2$, ai quali va applicato il binario; imperciocchè non

an punto che fare colle velocità componenti, che per farmi intendere io chiamerò virtuali, ma ſolamente coll'attuale, che dall'accoppiarle riſulta, e da cui il mobile ſecondo le circoſtanze ſi trova realmente impreſſionato.

E ſe così è, non facendoſi tranſito nella poſizione, che abbiam per le mani, dal poſitivo al negativo, ſe non ſe per il nulla; ci ſarà neceſſariamente una particolar poſitura della linea CD, in cui le velocità CB, CD non influiſcono punto l'una nell'altra, nè ſi porgono vicendevolmente o ſoccorſo, o impedimento. Il principio generaliſſimo dell'indifferenza ci fa toccar con mano, che ciò dee intervenire nel caſo unico, mentre cioè l'angolo DCB ſia retto. E la ragione ſi è, che la celerità normale CD non piegando più verſo la CB, che verſo la CA, non può mai accreſcere la velocità CB coll'aggiunta d'una celerità coſpirante, nè diminuirla colla ſottrazione d'una contraria; non eſſendoci motivo di ſorta, per cui deggia ſeguire piuttoſto l'uno, che l'altro effetto.

Per la qual cosa le due forze vive laterali $\frac{\overline{CB}^2}{2}$, $\frac{\overline{CD}^2}{2}$, dalle quali nel tempo stesso si rinviene affetto il corpo C, e che da principj distinti traggon l'origine, non turbandosi mutuamente nè punto, nè poco, si conservano intatte, e mantenendo il loro primitivo vigore o agiscono separate, o insiememente congiunte per via della composizione, sono egualmente valevoli a produrre effetti pari. Ed in vero essendo il quadrato dell'ipotenusa CE uguale ai quadrati delle linee CB, BE, che formano l'angolo retto; si cava di conseguenza, che la forza composta alle componenti esattamente s'agguaglia. Il raziocinio alla risoluzione si estenda; mentre ogni ragion vuole, che la forza equipollente $\frac{\overline{CE}^2}{2}$ non possa separarsi in due, che scambievolmente nel generarsi non si contrastino, se le laterali non comprendono un angolo retto, e l'apice del triangolo CDE non sia alla periferia di un cerchio, che abbia la retta CE per diametro.

VII.

Per far passaggio con chiarezza alle forze, io m'immagino un corpo collocato dentro una nave, al quale sia applicato un elastro, che nello sciogliersi sia valevole di cangiare il suo stato. La soluzione, che abbiam data nel capitolo precedente al sottile argomento de' Signori Mac-Laurin, e Jurin, fa vedere, che non egual forza s'introduce nel corpo nelle due ipotesi della nave quieta, e della nave mossa per l'espansion dell'elastro. Questo caso, che è il più semplice di tutti gli altri, perciocchè la stessa è la direzion dell'elastro, e della nave mentre cammini, ci dee fare avvertiti, che quando la direzion dell'elastro faccia un qualche angolo colla direzion della nave, la molla non agirà egualmente contro del corpo o stando in riposo la nave, o essendo fornita di movimento. Io son d'avviso, che chi entrasse in cotal ricerca, la quale per certo è degna della industria, e dell'attenzion de' Geometri, paleserebbe dimostrativamente, che sebbene lo stesso elastro o stando ferma, o viaggiando la nave, comunicherebbe al corpo per la sua direzione la stessa velocità; pure non eserciterebbe contro ad esso una egual azione. Ma di buona voglia sgravandomi dal peso d'intricati calcoli, amo di battere un'altra strada, che ci aprirà un metodo più spedito: e per maggiore facilità considererò in appresso essere la massa della nave infinita per riguardo a quella del corpo.

La riflessione di sopra fatta, che una velocità non accresce, nè diminuisce un'altra, che le sia perpendicolare, patentemente dimostra, che l'elastro, se sia normale alla direzion della nave mossa, comunica al corpo la stessa forza, o cammini, o stia in quiete il vascello. La ragione è manifesta; perciocchè essendo la nave infinita, tutta l'energia dell'elastro si trasfonde nel corpo, e la nave niente perde della sua forza, e nell'un caso, e nell'altro. Quindi è, che i quadrati delle due velocità laterali CB,

CD

CD posto l'angolo DCB retto, squisitamente s'eguagliano al quadrato della diagonale CE. Fissiamo dunque siccome principio certissimo, che risolvendo una velocità in due, che formano un angolo retto, o componendone due, che sieno a squadra, non cangio per nulla la forza, che v'ha in Natura, surrogando eguale all'eguale, il qual principio ci somministra un metodo spedito per trattar gli altri casi più inviluppati.

VIII.

I passi mossi ci anno guidato alla metà del cammino, onde non lungo viaggio resta da farsi. Non bisogna contentarsi d'una sola composizione, o risoluzione introdotta dalle circostanze; ma usando il metodo indicato convien passar oltre alla seconda, e tal fiata alla terza, sinattantochè le cose si riducano a tale, che le velocità laterali concorrendo ad angolo retto l'una nell'altra non influiscano. Calate da due punti D, E sopra la retta CB le perpendicolari DK, EL, si noti, che la velocità obbliqua CD si risolve nelle due KD, CK. La prima discosta il mobile dalla retta CB per la normale KD, e così le direzioni in nessun conto si turbano: l'altra CK, che non devia dalla CB, lo porta per la medesima strada; laonde le due velocità cospiranti vanno insieme congiunte, e deesi considerare il corpo C procedente per la linea CB colla somma delle velocità CB + CK = CL. In fatti il moto per l'inclinata CD s'impiega del pari ad avvicinare proporzionatamente la palla per un verso alla parallela DE, e per l'altro alla perpendicolare LE, e le misure degli accostamenti dalle rette KD, CK si desumono.

Piglio la cosa sotto un differente aspetto, e lasciata nel suo essere la velocità, e la direzione CD, mi faccio a risolvere colla premessa avvertenza la celerità CB, ovvero la equivalente DE. Prorogata dunque la linea CD, dal punto E tiro ad essa la normale EM. E perchè la velocità DE si compone delle due DM, ME, che tagliandosi in M ad angolo retto vicendevolmente non si modificano; ne segue, che il solido C sarà spinto per la direzione CD colla velocità CD + DM = CM; e si approssimerà alla parallela BE colla celerità ME. In ambo le ipotesi esposte non si diversifieherà punto l'effetto; conciossiachè il mobile sarà astretto a camminare per la strada di mezzo CE, e ad acquistare la velocità equipollente CE.

Ci viene insegnato dal nostro metodo, qual forza debba dall'elastro trasfondersi nel globo C, acciocchè riceva la velocità CD, essendo prima dotato della CB. La forza, di cui si trova al fine fornito s'eguaglia a

$\frac{C}{2}.\overline{CL^2 + LE^2}$: ma prima dell'espansion dell'elastro era animato dalla forza $= \frac{C}{2}.\overline{CB^2}$; Dunque la forza richiesta sarà $= \frac{C}{2}\overline{CL^2 + LE^2 - CB^2}$

$= \frac{C.}{2} \overline{CD}^2 + 2CB.CK$. Se la sfera C fosse spogliata d'ogni altra velo-

cità, a comunicarle la CD sarebbe d'uopo della forza $= \frac{C.}{2} \overline{CD}^2$: dunque

a darle la stessa velocità, mentre precedentemente viaggiava colla CD, dee ricevere forza maggiore, e l'eccesso s'esprime per C.CB.CK. Questa conseguenza è adattata alla figura, che mostra l'angolo DCB acuto. Se il detto angolo fosse retto, la CK = o, onde viene ad annullarsi l'eccesso. Se poi l'angolo sia ottuso, la CK divien negativa, e l'eccesso passa in difetto, e per conseguenza minor forza sarà necessaria a comunicar la velocità CD viaggiando la nave, che stando ferma.

Da quì è facile imparare, quale sia la forza perduta dalla nave, o acquistata. Supponendo la nave quieta, veggiamo essere l'energìa intera dell' elastro $= \frac{C.}{2} \overline{CD}^2$; dunque la forza, la quale oltre l'energìa dell' elastro

riceve di più il corpo in caso dell'angolo acuto, o riceve di meno in caso dell'angolo ottuso, è espressa per il rettangolo C.CB.CK: ma la forza, ch'egli di più acquista, è perduta dalla nave, e quella, che riceve di meno, è la acquistata dalla stessa nave, secondochè insegnano le cose spiegate; dunque si è determinata la forza, che si toglie, o si accresce alla nave $=$ C.CB.CK, la quale nell' angolo retto si trova nulla.

A dichiarar meglio la cosa avverto, che in luogo dell'elastro, la cui direzione è CD, e l'energìa $\frac{C.}{2} \overline{CD}^2$, posso sostituire due elastri ad an-

golo retto, le cui direzioni sieno CK, KD, e l'energìe $\frac{C.}{2} \overline{CK}^2$, $\frac{C.}{2} \overline{KD}^2$,

che unite eguagliano l'energìa $\frac{C.}{2} \overline{CD}^2$. Quanto al secondo elastro, il

quale è perpendicolare alla velocità CB, questo trasfonde tutta intera la sua energìa nel corpo per modo che nulla altera la forza del vascello. In riguardo all'altro elastro CK ci si presenta l'ipotesi considerata da' Signori Mac-Laurin, e Jurin, di cui abbiamo parlato nell' antecedente Capitolo. Contraendo per tanto le formole ivi esposte alla supposizione della nave infinita, discopriremo le stesse conseguenze poc' anzi ricavate coll'altro metodo. Le medesime riflessioni vengono a sesta, quando data la velocità CD debba ricevere il corpo la velocità CB.

IX.

IX.

Ricorrendo al moto traslato sarà bene mettere sotto degli occhi come per opera della velocità CD s'aggiunga alla velocità CB la CK, e per opera della CB s'aggiunga alla CD la DM. Colloco dunque il corpo C sopra un vascello, il quale proceda equabilmente per la direzione DK colla celerità DK. Coloro, che stanno fermi sulla spiaggia, non vedranno mai il mobile staccarsi dalla retta CL. Ma quale sarà la sua velocità? non certamente la CB, ma bensì la formata dalle due CB+CK, o vogliam dir la CL. In tal posizione dunque rispetto ai predetti Spettatori la palla C realmente cammina per la strada CB, e colla celerità CL, una porzione della quale, cioè CK, che deriva non mica dal moto della barca, ma dall'obbliqua CD, si aggiunge siccome cospirante alla CB, e ne accresce il movimento.

Similmente facciasi, che la navicella volti il suo corso per la direzione EM colla velocità EM, ed accaderà, che si osservi dal lido la sfera C progredire senza dilungarsi dalla linea CDM, ed acquistare l'aumento di velocità DM proveniente dalla CB, o sia DE; di modo che per un verso la celerità CD si accresce, e per l'altro quella del vascello esposta dalla normale EM, relativamente alla impressa DE si minora. In ambo le posizioni i Naviganti, che del moto della barca sono a parte, mirano il globo C procedente giusta il diametro CE, e spinto dalla velocità equipollente CE. O convien dunque dar di penna al principio del moto trasferito applicato alle sole velocità, o possiamo, per venir a capo della nostra ricerca, servirci senza scrupolo delle velocità CL, CM, che non sono mica totalmente immaginarie, e create dal Geometra, ma compariscono ad esso lui siccome fisiche, e reali, se dalla terra ferma le mira, ed appunto tali, quali nelle dimostrazioni le assume. Non si vuole dissimulare una difficoltà. Per comporre la velocità equipollente CE abbiamo a valerci delle due velocità laterali CL, LE, o piuttosto delle due CM, ME? Non essendoci ragione, che militi per l'uno, o per l'altro pajo, la Natura starebbe in ambiguo. In fatto ella non riconosce, salvo che la velocità CE diretta per il diametro nascente dalle suddette coppie, e da altre infinite, che nello stesso effetto cospirano. E se il vascello mosso colle condizioni prescritte ci pone innanzi le celerità CL, CM; avvertasi, che fa di mestieri perder di vista le due LE, ME. Per la qual cosa le velocità CL, CM, che attesa la lor direzione, dai moti normali della nave non sono in conto alcuno turbate, coll'aggiunta dell'analoghe LE, ME ci somministrano il modo di dimostrare la legge, di cui mai la Natura non si dimentica, cioè l'egualità tra le forze vive laterali, e la diagonale. Quinci d'ambo le coppie indicate egualmente in via di metodo possiam valerci; perchè amendue le strade vanno a metter capo nella medesima verità.

E nel tempo stesso si rifletta, che del principio del moto traslato bisogna saperne fare buon uso, e servirsene con cautela, secondochè le circostanze richiedono. So ancor io, che si potea dirigere la nave per ogni vento:

to: ma tutte le innumerabili direzioni, trattone le due testè adoperate, che ſono perpendicolari ai lati CB, CD, in vece di ſviluppar la faccenda, vie più la imbrogliano. A cagion d'eſempio muovaſi la barca per la retta DC colla velocità DC; egli è certo, che il mobile C non abbandonerà il ſentiero CB riſpetto coloro, che dalla ſpiaggia lo guardano: ma dal movimento del vaſcello verrà ſtraſcicato in ſenſo contrario colla velocità KC; per guiſa che l'oſſerveranno incamminarſi verſo L affetto ſoltanto dalla celerità KL. Per la qual coſa fa d'uopo determinare le direzioni della navicella in maniera, che il traſportamento d'eſſa non turbi in conto alcuno la velocità CL accreſcendola, o minorandola: lo che ſi ottiene, quando le celerità laterali CL, LE coſtituite ad angolo retto equivagliono alle obblique CB, BE, e mutuamente non ſi fraſtornano.

X.

Spendo alquante parole intorno quelle velocità, che con oppoſta direzione ſi elidono. Sia (Fig. 14.) l'angolo BCD ottuſo, e le linee CB, CD ci rappreſentino le due direzioni, e le due velocità al mobile C comunicate da due differenti azioni. Laſciata cadere dal punto D ſulla retta AB la perpendicolare DK, la celerità CD ſi riſolve nelle due DK, KC fra loro nè coſpiranti, nè contrarie. In queſto mentre la CK direttamente ſi oppone alla CB; laonde ſe ne dee prendere la differenza, e tre caſi poſſono ſuccedere, ſecondochè l'apotome BC—CK ci dà una quantità, o poſitiva, o negativa, o nulla. Nel primo caſo, in cui BC ſupera CK, il diametro CE del parallelogrammo CDEB, per il quale il corpo C attualmente dee procedere, piega verſo CB formando l'angolo acuto ECB. Nel ſecondo, quando cioè BC è minore di CK, interviene al roveſcio, e la diagonale CE inclina dalla parte CK, e ſi dilunga dall'altra per via dell'angolo ottuſo ECB.

Così ſi determina da che lato il moto prevaglia, e non ſe ne deſume già l'indizio dall'eſſere la velocità CD maggiore di CB; perchè ciò non oſtante bene ſpeſſo la retta CK è più picciolo della CB. Allora il mobile ſi torce dalla banda ſiniſtra CB, laddove ſi torcerebbe a deſtra, qualunque fiata accadeſſe all'oppoſto. Se poi, ed ecco il terzo caſo, foſſero eguali le quantità CB, CK, il mobile ſtarebbe in bilancia fra le due contrarie direzioni CB, CK, e camminerebbe per la CE perpendicolare a CB colla celerità CE; per guiſa che ſe il vaſcello ſi moveſſe da E in C colla velocità ſteſſa, gli ſpettatori della terra ferma vedrebbono la palla C ſtarſene in quiete nel ſito C.

XI.

Viene a feſta un teorema elementare, che dalle dimoſtrazioni di Euclide ſi cava per via di corollario: ed è, che in qualſivoglia parallelogrammo i due quadrati delle diagonali ſono eguali ai quattro quadrati dei lati. Per quella medeſima quantità, con cui il quadrato del diametro DB oppoſto all'angolo ottuſo DEB ſupera i due quadrati DE, EB, il quadrato dell'

al-

altro diametro CE opposto all'angolo acuto CDE resta superato dai due quadrati CD, DE. Applico la proposizione alle forze vive, e dico, che le quattro laterali alle due diagonali si agguagliano. Fassi dunque una giusta compensazione, la quale altronde non può nascere, fuorchè dalla inclinazione degli angoli, che uniti compion due retti, e dalle direzioni delle velocità in parte cospiranti, o contrarie.

Le conclusioni superiormente dedotte si uniformano talmente alle verità altronde conosciute, ed alle leggi generali, ed immutabili della Natura, che io mi lusingo d'avere sparso qualche nuovo lume sulla teorica delle velocità equipollenti, e de' moti traslati. Se per l'una parte nel presente incontro non ci s'affaccia veruna assurda conseguenza in riguardo alle forze vive misurate alla foggia del Leibnizio, e se per l'altra ne abbiamo tante dimostrazioni nell'opere de' migliori Geometri dell'età nostra, e spezialmente in quelle del Signor Giovanni Bernoulli, siamo astretti a confessare, non ostante le anticipate prevenzioni, doversi questo canone, che in qualsivoglia occasione di fare la sua comparsa non manca mai, assumere siccome un principio fondamentale, ed infallibile, a cui si appoggia la Dinamica. Ho insinuato abbastanza qual uso abbia a farsi delle velocità, e delle quantità del moto, le quali per se stesse, almeno in linea di cause primarie, non danno norma agli effetti fisici, e solamente in figura di regole secondarie, e dalle principali dipendenti ci si presentano. In tal modo, e non altrimenti vogliono maneggiarsi colla debita circospezione.

CAPITOLO DECIMOTERZO

Delle potenze, e delle azioni.

I.

QUando io mi accingo a ragionar della forza, entro mal mio grado in un laberinto di difficoltà poco meno che ineſtrigabili. Per uscirne con franchezza, la sola ragione avvalorata dai fenomeni me ne può porgere il filo: ma temo, che a mezza strada mi si rompa in mano, tanto è lungo, ed intralciato il viaggio. Fa d'uopo dunque camminare a passi lenti, e sospesi, ed aver l'occhio intento da un canto alle mosse, e dall'altro alla meta: conciossiachè se non si prenderanno di mira amendue gli estremi, si corre rischio di aggirarsi senza mai trovare nè capo, nè via per sentieri obbliqui, ed incerti, i quali al luogo d'onde siamo partiti sovente ci riconducono.

Per procedere con buon metodo fa di mestieri togliere quegli equivoci, che s'appiattano in questa parola Forza, distinguendo diligentemente i diversi generi di forza, di cui serves la Natura. In prima considero la forza in figura d'una mera potenza, quando soltanto si adopera in premere, e nulla più, viene a dire ogni qual volta impedita da un qualche ostacolo insuperabile, non è valevole a produrre qualunque effetto, ed in continui

co-

conati il ſuo vigore ſi perde. In ſecondo luogo rimoſſi gl' intoppi, le menzionate potenze ſi mettano in libertà, e diaſi agio ai loro conati di uſare la propria energia. Accompagneranno eſſe paſſo paſſo, e con niſi variabili il mobile, a cui per ſorta ſi applicano, per un dato ſpazio, e per un dato tempo, ſino a tanto che le fibre del corpo agente, che ſi ſuppongono in uno ſtato violento, interamente ſi ſviluppino, e riedano alla loro naturale miſura, ed affatto ceſſi l'azione. In terzo luogo gl'impulſi uno dopo l'altro al mobile paziente ſi partecipano, il quale, benchè a grado a grado in ſe li riceva, tutti e quanti ſono nel ſuo ſeno li raccoglie, e conſerva.

Ed è notabile, che nella cauſa le azioni ſono ſucceſſive, e replicano ſenza interruzione le ſpinte: laddove nell'effetto ſi accumulano, e divantano ſimultance, e permanenti. Per la qual coſa ſe a tre generi di ſorze da me accuratamente diſtinti proprietà differenti convengono; richiede il buon metodo, che con tre nomi ſi eſprimano; onde non ſi confondan le idee, come pur troppo è accaduto. Chiamerò dunque le prime potenze, niſi, o forze morte: le ſeconde forze continuamente applicate, ed acceleranti, o meglio azioni di forze morte: e le terze forze vive. In quale buon ſenſo le forze vive ſi pongano nel numero delle forze, tra poco lo ſpiegherò con chiarezza. Per ora baſti ſapere, ch' eſſe eguagliano un aggregato d'impreſſioni elementari eſercitate a poco a poco dalle forze morte ſollecitanti, ed in ſolido alla maſſa paziente comunicate. Colle premeſſe avvertenze ci verrà fatto di camminare per un ſentiero ſgombero d'ogni intoppo, e d'evitare i paralogiſmi.

II.

Della trina dimenſione impenetrabile, e de' ſuoi principali attributi ho diſcorſo abbaſtanza, e dalle verità già ſtabilite ſi dee cavare una legittima, ed infallibile conſeguenza, che nella idea originale della materia non ſi contiene la ſorza. E quì ſi rifletta, che le proprietà alla materia eſſenziali, cioè la quantità continua, l'impenetrabilità, l'inerzia indiviſibilmente l'accompagnano; per guiſa che lo ſpogliarla di taluna di eſſe è lo ſteſſo, che annichilarla. Oltrechè conſtituendone la natura, e ſto per dire la realità, immutabili, ed invariate perſiſtono, e non ammettono incremento, o diminuzione. Un pezzo di materia è ſempre tale in qualſiſia circoſtanza, ed ugualmente inerte, ed impenetrabile.

All'incontro non è neceſſario, che un corpo ſia corredato di ſorza. Può acquiſtarla, e perderla, e ciò non oſtante nel ſuo vero eſſere mantenerſi. Ha dunque una perfettiſſima indifferenza per ſoſtenere qualſivoglia grado di forza, poggiando per un ſenſo all'infinito, e per l'altro diſcendendo all' infinitesimo. Egli è veriſſimo, che una data qualunque maſſa non richiede indiſpenſabilmente d'eſſer animata dalla forza: ma ſe foſſe affatto incapace di riceverla nel ſuo ſeno, verrebbe ſenza fallo a diſtruggerſi.

E queſto ſi vuol intendere di qualunque de' tre generi di ſorza, che abbiamo poc'anzi diſtinti. Imperciocchè la ſteſſa materia può ſoſtenere maggiori, e minori conati; può eſſere animata da maggiore, e minore azione,

e per

e per conſeguenza può in ſe ricevére maggiore, e minor ſorza viva, che dalla quantità dell'azione dipende. Un corpo non ſarebbe più corpo, ſe ripugnaſſe onninamente a metterſi in movimento, ad eſſere traſportato da ſito a ſito, e ſe una parte con l'altra non poteſſe permutar luogo; imperciocchè allora equivocherebbe collo ſpazio inane, il quale ſi finge immobile. Appreſſo l'impenetrabilità, e l'inerzia ſarebbono proprietà della materia, ma totalmente inutili; atteſo che avendo eſſe relazione al cangiamento di ſtato, ſe ne ſtarebbero eternamente ſcioperate, ed ozioſe, ogni qual volta qualunque mutazione foſſe impoſſibile.

III.

Ed appunto giacchè nella materia riſiede una ripugnanza a variare ſtato, ed affetta eſſa di ſuſſiſtere ſempre mai nella coſtituzione, in cui ſi ritrova, o di quiete, o di moto; abbiaſi per una palpabile contraddizione, che la materia poſſa giugnere a tanto d'imprimere a ſe ſteſſa qualſiſia forza, e che da ſe mutando ſtato ſi ſcordi della ſua inerzia. Da qual ſonte ſcaturiſce una virtù ſpiritoſa, ed attiva, che alle menzionate paſſive affezioni delle maſſe corporee non ha proporzione di ſorta, anzi vi ſi oppone direttamente? E poi ſra gl'infiniti gradi di ſorza, de'quali un dato corpo è capace, chi ſa dirmi lo perchè ad uno piuttoſto che all'altro diaſi la preferenza? Da chi vengon preſcritti i limiti, per modo che un pezzo di materia, quaſi direi nel ſuo grembo, concepiſca un dato conato, e non più, ſia avvalorata da una data azione, e poi ſi arreſti nel corſo, e piuttoſto da una, che da un' altra quantità di ſorza viva venga animata? Egli è evidente, che a cotali effetti nè determinati, nè determinabili non ſi aſſegneranno mai cagioni proporzionate; imperciocchè dove domina una totale indifferenza, neſſuna cauſa s'impiega, e neſſun effetto ſi genera.

La ragione, e l'eſperienza m'inſegnano, che la ſorza ad un corpo ſa paſſaggio per meazo di un altro. E queſto d'onde l'ha tratta? Certamente da un'altro, e così di mano in mano. O biſogna dunque ingolfarſi nell' oceano dell'infinito, ſenza ſperanza d'afferrare il lido; o pervenire a quel corpo fra gli altri diſtinto, e privilegiato, che a guiſa di ſorgente ineſauſta di continuo produca ſorza, ed alla pigrizia altrui inceſſantemente ſuppliſca. Ma quale, ma quanta forza da eſſo paſſo paſſo germoglia? Quì torna in campo l'indifferenza, ne ci ſarà chi tra gl'innumerabili gradi di ſorza me ne aſſegni un particolare, e determinato; eſſendo tutti i poſſibili egualmente a ſortir proclivi. Oltrechè il menzionato corpo ſaria d'indole onninamente diverſa da'ſuoi compagni, e dovrebbe concepirſi dotato bensì di eſtenſione, e d'impenetrabilità, ma ſproveduto d'inerzia, e ſempre a cangiare ſtato molto prontiſſimo.

IV.

La ſorza pertanto, da cui ſono i corpi animati, procede infallibilmente da un eſterno principio, e non è radicata nella eſſenza della materia, la quale

può ſoſtenerla, e conſervarla, ma non produrla. Quindi appare, quanto ſienſi diſcoſtati dal vero gli antichi Filoſofanti, che l'anno creduta nella eſtenſione intimamente inſerita: ſebbene Epicuro, preveduto forſe l'inconveniente, ha meſſo in iſcena la gravità univerſale produttrice del moto diſcenſivo degli atomi verſo un centro immaginario. Potrebb'eſſere, che i moderni Newtoniani attribuiſſero alle favorite attrazioni l'origine delle forze: ma ſecondo me le predette Sette con neſſun profitto ſi tirano un paſſo addietro; conciofſiacchè reſta a provarſi, che nell'idea primitiva della materia ſi racchiuda il conato peſante, o la virtù attrattrice: contro le quali proprietà, di cui non ſi additano i principj, militano le ragioni medeſime, che intorno la forza in generale teſtè ſi ſono allegate.

Per accertare il vero facciamci a contemplare la gran mole della materia creata. Era impoſſibile aſſolutamente, che per un verſo poggiaſſe ad un infinito metafiſico, e traſcendente, e che per l'altro diſcendeſſe ſino al punto, cioè ſino ad un impartibile infinitesimo. Si è dunque compiacciuto l'Autore ſapientiſſimo delle coſe di moderarla con due neceſſarie determinazioni: l'una riſguarda la quantità, e l'altra la diviſione, ed ambo non eſcono dai confini del finito per que' motivi, che altrove ſi ſono a lungo dedotti. Se da un poter ſommo, e libero non ſi foſſe vinta l'infinita indifferenza, che riſiedeva nella materia conceputa ſiccome poſſibile, non ſarebbe mai ſortita dall'abiſſo del nulla. Per la qual coſa ſi è dovuto ſcegliere un ſiſtema regolato da un temperamento, e dalle congrue modificazioni, nel quale, eſcluſa qualunque neceſſità, riluce egualmente la potenza, il ſapere, e la libertà del ſupremo Artefice.

Ma ciò non baſtava alla intenzione, ed ai fini, che Dio Ottimo Maſſimo nella ſua mente s'era preſiſſi. Ed in fatti che comparſa farebbe la materia laſciata nel ſuo eſſere primitivo, e fornita ſoltanto di trina dimenſione, e d'inerzia. Sarebbe una maſſa informe, ozioſa, ed indigeſta, di cui altro non ſi potrebbe dire, ſe non ch'è materia. Biſognava dunque metterla in moto, ed animarla colla forza, la quale non potendo pullular dal ſuo interno, dovea da un Agente al di fuori eſſerle conferita: e da un Agente tale, che in numero, e in miſura la diſpenſaſſe, e la compartiſſe a ſuo beneplacito in una parte più, e meno altrove.

E ſiccome anco la forza, che può creſcere, e ſcemare, cade ſotto l'idea generale della quantità; così in eſſo lei domina una pieniſſima indifferenza. Può accoſtarſi all'infinito, ed all'infinitesimo amendue aſſoluti ſenza mai giungervi; perchè ſe li toccaſſe, darebbe di petto nell'aſſurdo: e perciò al pari della materia ha biſogno di limitazione, ed il limite chiama indiſpenſabilmente la ſcelta, e la ſcelta richiede una libertà determinante. La forza dunque entra nel ſiſtema temperato dell'Univerſo, e ne compie la partecipazione. Iddio ne ha eletto, e prodotto una quantità nè più, nè meno proporzionata a' ſuoi diſegni, e corriſpondente alla magnitudine, ed al partimento della materia inerte, cui l'ha addoſſata. Per la qual coſa ſi dee riporre nell'ordine delle grandezze finite quella forza in ſolido, ch'eſiſte attualmente in Natura; imperciocchè mi ſembra una ripugnanza, che ad una mole finita di eſtenſione ſi adatti una forza infinita.

V.

V.

Premeſſe cotali avvertenze, che appartengono alla forza in generale, ſarà ben fatto, che ci fermiamo a trattar con minutezza delle forze morte, delle loro azioni, e degli effetti indi derivati, o ſia delle forze vive. Per nome di forze morte altro non ſi vuole intendere, ſe non ſe quelle potenze, le quali entrando in azione ſon valevoli di cangiar lo ſtato de' corpi. Ne poſſiam diſtinguere di due generi: le prime cangiano lo ſtato del corpo col portarlo tanto dalla quiete al movimento, quanto dal movimento alla quiete, come la gravità, l'elaſticità, ed altre ſimili; le ſeconde mutano lo ſtato col diminuire, o coll'eſtinguere il movimento nel corpo: di tal genere ſono la tenacità, la frizione, ed altre. Parlando in rigor geometrico, l'unico criterio, onde ci ſi manifeſti la giuſta eſtimazione delle potenze, o delle preſſioni, ſono le potenze, e le preſſioni medeſime. Taluna di queſte potenze, o più generale, o meglio conoſciuta ſi aſſume come miſura delle meno paleſi, e l'ingegnoſo Criſtiano Ughenio ſi è valſo della gravità coſtante per iſcoprire le proprietà delle forze centrifughe.

VI.

Sino a tanto che da qualche oſtacolo inſuperabile viene ad eſſe conteſo l'eſercizio delle loro azioni, ſi accoppiano con una eterna quiete, e tutto il loro vigore conſiſte nel premere, e nello sfiancare, impiegando gli ſcambievoli, ed inutili sforzi per ſottrarſi dallo ſtato violento, in cui ſi rinvengono. Ma perchè ciaſcheduna d'eſſe in particolare non può vincere le vicine, alle quali s'appoggia, e che con pari conati la tengono in freno; non ſegue effetto di ſorta, atteſo l'eſatto, e non mai interrotto equilibrio. Se poi ſi tolgono di mezzo gl'intoppi, i niſi non ſe ne ſtanno ozioſi, volgendoſi verſo dove ceſſa, o ſi minora la reſiſtenza: e così naſce l'azione, e la forza viva, e ne riſulta il moto locale. Poichè la forza viva ſi è generata, ſe il corpo incontra una potenza, o una reſiſtenza, la cui direzione ſia contraria alla direzione della velocità, s'eſercita da eſſa un'azione, che chiamerò negativa, per cui la forza viva ſi minora, ed il corpo ſi avvicina alla quiete.

In cotal economia della Natura altro non vi ha ſe non l'azione della potenza, ch'è la vera cauſa, e la mutazione dello ſtato ſeguita nel corpo, ch'è il vero effetto. Nulla però di manco è tornato in acconcio a Geometri d'immaginarſi, che l'energia delle azioni elementari venga nel corpo trasfuſa, raccolta, e conſervata, al qual cumulo anno eſſi dato il nome di forza viva. L'utilità di cotal idea ſi fa paleſe nelle azioni negative relativamente alle quali ſi conſidera ſiccome curva la forza viva, che ſi diſtrugge, e la reazione ſiccome effetto; la qual mutazione mentale di cauſa in effetto, e di effetto in cauſa non porta verun diſordine alle operazioni della Natura. E per queſta ragione la forza viva ſi colloca nel numero delle forze.

derebbe ſcemando ſino a diventar nulla, ſarebbe ſempre minore di quella, con cui nel ſito C cammina tanto la palla, quanto l' eſtremità della verga elaſtica; laonde mancano gl' impulſi acceleranti, qualora il globo ſuggendo con maggiore celerità dall'elaſtro ſi ſtacca.

A miſura che ſi moltiplicano le ſpinte, ricreſce la velocità. Nel cominciamento del moto, cioè nel punto B, è inaſſegnabile, ed in progreſſo acquiſta polſo, e lena, ſinattantochè nel ſito C diventa la maſſima, che dal mobile B può guadagnarſi, e ſi eſpone a cagion d' eſempio dalla retta CD normale alla direzione del movimento. Ne' luoghi intermedj, come in E, ci venga eſpreſſa dalla perpendicolare EF, e così di mano in mano; per guiſa che i punti B, F, D ed altri innumerabili appartengano tutti ad una curva regolare, che ci rappreſenta la ſcala delle velocità creſcenti. Se nel punto E ceſſaſſe affatto l'azione della molla; non v' ha dubbio, che il ſolido B ſeguiterebbe a camminare per il tratto vano, ed indefinito EG colla celerità invariata EF. Ma perchè ſi ſuppone, che l'elaſtro tuttavia proſeguiſca a ſtimolare la palla B; egli è manifeſto, che nel luogo E, come parimente in tutti gli altri punti dello ſpazio, che ſi percorre, riceve la palla nuove impreſſioni da quella forza, per cui l' elaſtro ſi va ſpiegando.

Dalla notiſſima proprietà della molla d'eſſere tanto più vigoroſa, e riſentita, quanto è più chiuſa, e compreſsa, ne ſegue, ch' eſerciterà eſſa la ſua maggiore attività nel punto B, e la minima, o piuttoſto nulla nel punto C: e diminuendoſi queſta forza accelerante non già di ſalto, ma per via di gradi infinitamente piccioli, la ſcala delle impreſſioni ſollecitanti ci verrà rappreſentata dalla curva regolare IKC, di cui per ora non fa a noſtro propoſito d' inveſtigarne la Natura.

Sia giunta la palla B al punto E, e ſiaſi ſviluppato l'elaſtro per lo ſpazio BE; è coſa certa, che s'io farò sì, che la ſfera verſo C il ſuo viaggio non proſeguiſca, mettendoci un impedimento inſuperabile; la molla ſotto la lunghezza AE ſi ridurrà alla quiete. E perchè ancora perſiſte in iſtato violento, non laſcierà di premere la palla, e l'oſtacolo. Ma queſti niſi ſucceſſivi infruttuoſamente impiegati, che di procreare qualſiſia grado di forza viva ſono incapaci, e che in ogn' iſtante ſi eſtinguono, e ſi riproducono, altro non ſono ſuorchè forze morte, e mere potenze, che all'atto non riduconſi. Poſte dunque a confronto colle azioni, ed eziandio colle loro fluſſioni, appartengono ad un ordine di quantità onninamente diverſo, ed incomparabile. Per la qual coſa ſe un'azione elementare, lo che non ci è disdetto, ſi eſpone per una grandezza eterogenea, verbigrazia per una infiniteſima ſuperficie; vogliono eſſe eſprimerſi per un altro genere di quantità analogo, cioè a dire per una linea, dal fluſſo della quale naſce la ſuperficie.

Abbiaſi per tanto uno di cotali niſi indicato dall'ordinata EK, il quale rimoſſo l' intoppo ſuperi l'inerzia del mobile B, e lo accompagni per il tratto inaſſegnabile Ee; egli è paleſe, che il conato EK ſi mette in azione, che dalla dimenſion lineare ſi paſſa alla ſuperficiale, e che l' azion eſercitata contro al corpo B ſi miſura dal rettangolo BE×Ee; laonde eſſo

cor-

corpo riceve, e conſerva in ſe medeſimo un grado infinitamente picciolo di forza viva.

VIII.

E quì ſi noti poterſi da noi francamente ſupporre, che la forza morta EK con impreſſione uniforme, e coſtante ſpinga avanti il mobile B per lo ſpazietto infinitesimo E*e*. Eſſendoci fra le due applicate proſſime EK, *ek* la differenza inaſsegnabile LK, la quale all'una, e all'altra di eſse ha una proporzione minore di qualſivoglia data; non viene in conſeguenza a turbare la loro egualità, o per favellare più eſattamente la loro adequazione. E queſto ſi è l'ingegnoſo artifizio, per cui gli Analiſti moderni riducono a computo con pari facilità una forza morta continuamente applicata, che ſia di ſua natura variabile, come ſarebbono preſso a poco, ſe foſse uniforme, ed operaſse coſtantemente per l'intero ſpazio BC a guiſa della gravità invariata introdotta dal Galileo; non avendoſi a far altro, che aſsumere come coſtante l'impulſo per l'elemento E*e*, e paſsare alle integrazioni.

Appreſso gioverà l'oſservare, che l'azione della forza EK ſi eſpone del pari per il prodotto KE×E*e*, o per il trapezio miſtilineo KE*ek*; imperciocchè queſte due quantità differiſcono ſoltanto per il triangolo LK*k*, grandezza infinitamente menoma della ſeconda claſse degl' infinitesimi. Quinci la potenza EK opera ſenza variazione, ſino a tanto che ſi può aſſumere in qualità di coſtante, onde ſia minore di qualſivoglia data la ſua diminuzione LK. E giacchè conforme altrove ho avvertito, la differenza E*e* debbe conſiderarſi non già ſtabilita nella ſua magnitudine, ma ſiccome fluente, e che va ſempre più ſcemando a mio piacimento, ſenza però totalmente ſvanire, e ridurſi al nulla; accaderà, che le due ordinate EK, *ek* talmente ſi accoſtino, che non ſovràpponendoſi l'una all'altra, l'adequazione equivochi con l'egualità.

Egli è vero, che in rigor matematico ad ogni punto dell'aſſe BC corriſponde una differente applicata, e di conſeguenza una diverſa forza ſtimolante eſpoſta per una linea aſsegnabile: ma ripugnando il punto indiviſibile in geometria, e molto più nè lavori della Natura regolati da un ſiſtema temperato, come ho detto in parlando della partigione della materia; a diſcorrerla accuratamente, tengaſi per indubitato, altro non eſsere il punto, ſe non ſe un ſegno nella quantità continua, ed un ſegno tale, che alla quantità medeſima è incomparabile. Chi ci vieta dunque di aſsumere in figura di ſegno la lineetta E*e* infinitamente menoma, o pure fiſicamente picciolisſima? Dall' elemento E*e* piglieranno norma gli altri analoghi, cioè la potenza EK decreſcente per la fluſſione LK, la forza viva, che ſi aumenta per una grandezza equivalente al rettangolo E*k*, in oltre la velocità EF accreſciuta per la differenza H*b*, e per ultimo il tempo, cui ſi aggiunge un geometrico, o fiſico iſtante.

E quì cade in acconcio di brevemente dilucidare da qual principio derivi, e fin a qual termine s'eſtenda in fiſica la legge, che ſuol appellarſi di con-

continuità. Siccome, per quel che si è detto, le azioni sono del genere delle quantità successive, dovendosi la potenza applicare a ciascun elemento dello spazio; così successivi devono pur esser gli effetti, e per conseguenza ancor le velocità, le quali non potranno crescere, se non gradatamente, o diminuire. Se dunque la Natura non può dispensarsi dall' operare per via di salti, i quali per quanto menomi si fingano, non ci è disdetto di concepirne degli altri infinitamente minori; non so vedere per qual motivo abbiamo da uscire dai limiti del finito; e perchè non possa adottarsi una legge congrua di continuità coll'ascendere, e col discendere per una scala di minimi fisici adattati al prestabilito partimento della materia inerte, ed all' economia del presente temperato Sistema. Lascio per tanto ai Matematici i loro infinitesimi relativi di qual si voglia classe, coi quali sebbene meglio si accostano al prossimo, tuttavia non arrivano ad afferrare l' esatto: e dico, che non torna il conto per regolare con poco profitto i piccolissimi salti, spiccarne un massimo dal finito all' infinitesimo. Forse nel finito non ci sono particole, e forze impercettibili, che superano di lunga mano la nostra immaginazione, atte a salvare un' adeguata continuità. La perfettissima idea dai Metafisici, e spezialmente dai Leibniziani per escludere il vuoto dall' Universo, ripugna ai fenomeni della Fisica, e ciò che più rileva, porta con seco le geometriche contraddizioni.

IX.

In questo mentre per internarmi nel mio soggetto dimostro la seguente.

Proposizione prima. Teorema. Stando tutte le cose come sopra, dico, che l' aumentazione Hb della velocità non è proporzionale all' azione esposta dall' area $EKke$, e conseguentemente, che le velocità attuali EF, eb, CD prese in diversi punti dello spazio scorso BC non serbano le ragioni fra l' aree crescenti $IBEK$, $IBek$, IBC.

Chiamando f le forze variabili EK, s gli spazj crescenti BE, ds, i loro elementi Ee, ed inoltre u le velocità acquistate EF, du le loro flussioni Hb, e finalmente m la massa del corpo B, riflettasi, che se l' area $EKke$, o sia il prodotto fds fosse proporzionale all' elemento $Hb = du$ della velocità, ovvero all' aumentazione della quantità del moto $= mdu$, si avrebbe l' analogia $fds : mdu :: 1 : n$; dunque $nfds = mdu$: ma lo spazio ds trascorso colla velocità equabile $EF = u$ è sempre uguale alla velocità stessa moltiplicata nel tempo minimo dt, in cui detto spazio si compie; dunque fatta l' opportuna sostituzione $nfudt = mdu$, ovvero $\frac{nfdt}{m} = \frac{du}{u}$, ed integrando $\frac{n}{m}\int . fdt = \log . u$: dalla qual formola si raccoglie, ch' es-

sen-

ſendo nel cominciamento del moto, cioè nel punto B, la velocità $u=0$, ed avendo ſiccome ognuno ſa, il nulla per ſuo logaritmo una quantità infinita; accaderebbe, che foſſe altresì infinito l' integrale $\int . fdt$, e la differenza fdt finita. Per la qual coſa non ci vorrebbe meno di un tempo finito, perche il mobile B acquiſtaſſe una velocità infinitesima, e non manco di un tempo infinito, onde il detto mobile camminaſſe con una finita quanto ſi voglia lentiſſima celerità. Ambo le illazioni portano con ſeco due manifeſtiſſimi aſſurdi.

Scolio. Se dunque ogni corpo ſollecitato da una forza morta continuamente applicata (non avendo io conſiderato l'elaſtro AB, ſe non per un ſemplice eſempio) riceve in qualunque punto E un nuovo minimo impulſo corriſpondente alla potenza EK moltiplicata nello ſpazietto Ee, e ſe gli aggregati di tutte queſte ſucceſſive impreſſioni ci vengono rappreſentati dall'aree creſcenti IBEK, IBek; ne ſegue, che nel movimento del ſuddetto corpo avrà certamente a ravviſarſi una qualche affezione, che colle menzionate aje ſerbi la debita corriſpondenza, o ſia colla ſomma di tutte le azioni, le quali nella maſſa B in virtù della ſua reazione paſſo paſſo ſi trasferiſcono, vincendo la ſua inerzia, e la forza viva ad eſſa comunicando. Intanto eſſendoſi dimoſtrato, che le dette ſomme non an punto che fare colle velocità acquiſtate; biſogna porſi ad inveſtigare qual altra funzione della velocità u accoppiata colla quantità della materia m ſi confaccia, e riſponda in ragione coſtante all'integrale $\int . fds$ uguale all'area indeterminata IBEK.

Sopra ciò non avraſſi molta briga a prender partito; perocchè è ſtato dimoſtrato da altri, e da me ancora chiaramente ſi proverà, quando farò parola dei canoni, che ſi oſſervano nella comunicazione del movimento, che le forze vive de'corpi in moto ſono in ragione compoſta, ſemplice delle maſſe, e duplicata delle velocità; e che queſta legge è talmente neceſſaria in Natura, che un'altra ſoſtituire non ſe ne può ſenza incorrere in contraddizione. La forza viva adunque del corpo B, giunto che ſia al punto E, ſta ſempre come la maſſa m nel quadrato della velocità EF, o ſia come il prodotto mu^2. E perchè la ſuddetta forza viene generata dall' aggregato di tutte le azioni al mobile di mano in mano partecipate, le quali, come che non ſono diſtrutte nè da reſiſtenze, nè da ſollecitazioni contrarie, in eſso riſiedono, e ſi conſervano; manifeſtamente ſi ſcopre la ſtretta connеſſione, che paſsa fra la cagione producente, e l'effetto prodotto. Avremo per tanto $fds = mudu$, e ſommando $\int . fds = \frac{mu^2}{2}$.

X.

Propoſizione ſeconda. Problema. Stabilita la legge principale ſi proponga di determinare la ſecondaria. Baſta riflettere, che per la teorica de' moti uniformi il tempo applicato allo ſpazio ci dà la velocità equabile, viene a dire $\frac{s}{t} = u$. Ma lo ſpazietto infiniteſimo E*e* ſi ſcorre dal mobile B in tempo minimo colla velocità coſtante E F; dunque $\frac{ds}{dt} = u$, ovvero $ds = udt$. Quinci collocando nella noſtra formola $fds = mudu$ in vece della differenza ds il ſuo valore udt, ſarà $fudt = mudu$, oppure $fdt = mdu$, cioè come la maſſa m alla forza accelerante E K $= f$; così il minimo tempo dt, in cui ſi compie lo ſpazio elementare E*e*, all'accreſcimento H*h* $= du$ della velocità E F. In conſeguenza le aje d'una curva regolare naſcente dai tempi preſi in figura di aſſiſſe, e dalle forze acceleranti preſe in figura di ordinate, ſono ſempre uguali alle quantità del moto, che dal corpo B ſucceſſivamente ſi acquiſtano; laonde $\int . fdt = mu$.

Scolio primo. Quand'anche ci piaceſſe di ſcegliere una di quelle ipoteſi, che in progreſſo ſi dimoſtreranno impoſſibili, in cui ſi finge una poteſtà qualunque u^n della velocità proporzionale all'una, o all'altra delle due ſommatorie $\int . fdt$, $\int . fds$; accaderà ſempre, che ſi mettano in eſſere due leggi diverſe, la prima relativa ai tempi, e la ſeconda agli ſpazj. Facciaſi $fdt = mu^{n-1} du$, e perchè ſi ha $dt = \frac{ds}{u}$, ſe ne deduce un nuovo canone $fds = mu^n du$, e paſſando all'integrazioni, ſi trova per una parte $\int . fdt = \frac{m . u^n}{n}$, e per l'altra $\int . fds = \frac{m . u^{n+1}}{n+1}$.

Scolio ſecondo. Ma ritornando alle leggi, delle quali può ſolamente la Natura far uſo, abbiaſi la maſſa A (Fig. 16.) che partendoſi dal punto di quiete A ſcorra con moto accelerato lo ſpazio A B; e ſia la curva E F B ſcala delle forze ſollecitanti, ed A B C quella delle velocità creſcenti; onde diaſi l'uguaglianza fra le aree A E F G, e la maſſa A moltiplicata nel ſemiquadrato $\frac{u^2}{2}$ della velocità G D. Arrivato che ſia il mobile predetto al termine B, ceſſino dalla loro azione le forze impellenti, e cominciino ad agire le reſiſtenti, ſcala delle quali pongaſi la curva H I K; per guiſa che la ve-

locità impreſſa BC ſi vada a gradi perdendo, ſiccome a gradi è ſtata acquiſtata, ſino che il corpo ſi riduca alla quiete nel punto L, dopo aver traſcorſo con moto ritardato lo ſpazio BL. Per le coſe dimoſtrate agevolmente ſi comprende, che l'area AEFB è uguale all'area BHKL, e che l'aggregato di tutte le azioni, dalle quali vien generata la forza viva, ſi trova eſſere uguale alla ſomma di tutte le reazioni, da cui detta forza ſi eſtingue.

Scolio terzo. Similmente (Fig. 16. 17.) ſia *ab* il tempo, in cui ſi ſcorre lo ſpazio AB, ed *ag* quella porzione di tempo, che s'impiega nel correre lo ſpazio AG, ed al punto *g* erette le due normali $gf = GF$, e $gd = GD$, per li punti *f*, *d*, ed altri in ſimil maniera determinati paſſino le due curve *efb*, *adc*, la prima d'eſſe ſarà la ſcala delle forze acceleranti in relazione al tempo, e la ſeconda quella delle velocità di tempo in tempo acquiſtate. Col metodo ſteſſo, ſe faremo *bn*, *bl* eguali ai tempi ſpeſi nel camminare che fa il corpo A per gli ſpazj BN, BL, ed al punto per eſempio *n* porremo le due ordinate $ni = NI$, $nm = NM$, e per queſta via ſi deſcriveranno le curve *bik*, *cml*; ſarà la prima la ſcala delle reſiſtenze, e la ſeconda quella delle velocità deſcreſcenti, ambe riferite alla durata della reazione. Anco in queſta ipoteſi avraſſi l'uguaglianza fra le due aje *aefb*, *bhkl*, e ſarà $\int . fdt = \int RdT$, o $\int . fdt - \int RdT = 0$.

XI.

Prima di dar compimento alla mia ricerca mi faccio a ſciogliere alquanti Problemi. Nel moto accelerato, e ritardato io diſtinguo quattro elementi, cioè a dire la forza, o la reſiſtenza continuamente applicate, ed inoltre la velocità, il tempo, e lo ſpazio. Se di queſti combinati a due a due l'uno per l'altro ſi rende noto; non è malagevole a chi è pratico del metodo degl'infiniti lo ſcoprire la relazione, con cui gli altri ſi riguardano in tutti e ſei i diverſi combinamenti, che poſſono iſtituirſi.

Propoſizione terza. Problema. Dei quattro aſſegnati elementi ſe ne ſcelgano due ad arbitrio, la relazione de' quali ſuppongaſi conoſciuta, e ci venga ingiunto di rintracciare con che rapporti tutti ſcambievolmente ſi corriſpondano. Lo ſcioglimento di queſto generale queſito dipende dall'uſo delle due formule $fdt = mdu$, $fds = mudu$, e dalle eſpreſſioni acceſſorie, che indi riſultano. Sia dato per cagion d'eſempio il tempo per una qualunque funzione della velocità, e dividaſi membro per membro la ſeconda equazione per la prima, onde abbiaſi $\frac{fds}{fdt} = \frac{mudu}{mdu}$, $\frac{ds}{dt} = u$, o $ds = udt$; dunque lo ſpazio *s* è dato tanto per il tempo *t*, quanto per la velocità *u*. Quindi tolta per mano l'una, o l'altra delle noſtre due formule, ci ſi preſenterà la forza *f* data per ognuno de' tre elementi *u*, *t*, *s*. Un metodo poco diverſo ci ſervirà per tutti gli altri combinamenti, come in progreſſo vedraſſi.

Co-

Corollario primo. La forza ſteſſa f ci ſi rende paleſe per via d'una geometrica coſtruzione. Sia la curva BbD (Fig. 15.) ſcala delle velocità creſcenti riſpetto gli ſpazj paſſati Be, BC, ed a qualſivoglia punto b ſi tiri la normale bM, che tagli l'aſſe nel punto M. Concioſſiachè ha luogo l'analogia $FH = ds : Hb = du :: be = u : eM$; ſarà la ſunnormale $eM = \frac{udu}{ds}$; ma per le coſe dette ſi ha l'equazione $fds = mudu$, o ſia $\frac{f}{m} = \frac{udu}{ds} = eM$; dunque aſſunta la maſſa m ſiccome unità, la ſunnormale eM s'agguaglia alla forza ek, che nel punto e ſollecita il mobile B. Quinci la ſcala IKC delle forze impellenti ſi genera dal porre le ordinate ek eguali alle ſunnormali corriſpondenti eM; e data la curva IKC delle forze, quella, in cui le ſunnormali eM ſi eguaglieranno alle reſpettive applicate ek, ſarà la ſcala delle velocità.

Corollario ſecondo. I tempi poi t, ne' quali ſi ſcorrono gli ſpazj Be, BC, ſi determinano con una formola ſecondaria, che richiede una doppia integrazione. Sommando l'eſpreſſione $fds = mudu$, trovo $\int fds = \frac{mu^2}{2}$ ovvero $u = \sqrt{\frac{2 \cdot \int fds}{m}}$: ma $u = \frac{ds}{dt}$; dunque $dt = \frac{ds}{\sqrt{\frac{2 \cdot \int fds}{m}}}$ e di nuovo integrando, $t = \int \frac{ds}{\sqrt{\frac{2 \cdot \int fds}{m}}}$

Corollario terzo. Parta il mobile dal punto di quiete B (Fig. 18.), e cammini per la retta BE con moto accelerato, impiegandoci il tempo $EF = t$, e giunto in E abbia acquiſtata la velocità $EK = u$: ſi dimanda quanto ſpazio EA avrebbe eſſo corpo traſcorſo, ſe durante il tempo t ſi foſſe moſſo colla velocità uniforme EK. Atteſochè ſi ha $ds = udt$, oppure $tds = utdt$; dunque $\frac{tds}{dt} = ut$: ma lo ſpazio EA paſſato con moto equabile ſta come il prodotto della velocità coſtante u nel tempo t; dunque $\frac{tds}{dt} = ut = EA$. Deſcritta per tanto la curva de' tempi BFD riferita agli ſpazj, e condotta al punto F la toccante FA, ſi noti, che la quantità $\frac{tds}{dt}$, ſi è l'eſpreſſione generale della ſottangente EA; laonde lo ſpazio,

che si cerca, ci viene esposto dall'assegnata sotto-toccante. Queste verità sono state da parecchi Valentuomini già dimostrate, e perciò le tocco sol di passaggio.

XII.

Scolio primo. E' mia principale intenzione fra le molte combinazioni, che ponno istituirsi, il separar quelle, che si confanno colle leggi della Natura, dalle altre, che all'assurdo ci guidano. Primieramente piglio a considerare l'ipotesi, che diasi lo spazio per qualunque dignità del tempo, onde si abbia $c.t^n = s$, o differenziando $c\,n.t^{n-1}dt = ds$; ma $\frac{ds}{dt} = U$;

dunque $c\,n.t^{n-1} = U$, ovvero $c^{\frac{1}{n}}.n.s^{\frac{n-1}{n}} = U$.

Prese le differenze delle predette due equazioni, sarà $c.\overline{nn-1}$;

$t^{n-2}\,dt = du$, e $c^{\frac{1}{n}}.\overline{n-1}.s^{\frac{-1}{n}}\,ds = du$. Ma per una parte $f = \frac{m\,du}{dt}$;

e per l'altra $f = \frac{mudu}{ds}$; dunque fatte le opportune sostituzioni, $f = mc.\overline{nn-n}.$

t^{n-2}, $f = m.c^{\frac{2}{n}}.\overline{nn-n}.s^{\frac{n-2}{n}}$. Queste formole ci danno tutto ciò, che per noi si andava cercando.

Se i due esponenti $n-2$, $\frac{n-2}{n}$ si faranno ambi eguali a nulla, lo che facilmente si ottiene ponendo $n = 2$, onde le variabili t^{n-2}, $s^{\frac{n-2}{n}}$ si cangino in costanti eguali all'unità; in tal caso la forza f continuamente applicata sarà costante, e sempre la stessa tanto in relazione al tempo, quanto allo spazio: viene a dire facendo uso o dell'una, o dell'altra delle nostre equazioni, troveremo egualmente $f = 2\,mc$, e mentre si voglia esprimere per la massa del corpo in moto la forza uniforme della gravità, la coefficiente c dovrà porsi eguale alla frazione $\frac{1}{2}$, e così avrassi $t^2 = 2\,s$, o sia $2fs = mt^2$: ipotesi, di cui si è servito il Galileo, e dietro lui tutti i Geometri, particolarmente dappoichè Cristiano Ughenio ha dimostrato, che i pesi sono sempre proporzionali alle masse. E quantunque la Natura non faccia uso di questa legge, diversificando le forze acceleranti, a misura che i gravi si accostano al centro, o da esso si dilungano; non ostante ciò (oltre che può aver luogo nelle picciole cadute, in cui per la immensa distan-

za dal centro l'impreſsione della gravità non varia ſenſibilmente) ci ſerve eſſa legge di principio per ridurre a computo le ſollecitazioni variabili, che ne' minimi ſpazj, lungo i quali eſercitano le loro azioni, ponno, e deono prenderſi ſiccome coſtanti.

E ſe le forze f non ſi mutano, e perſeverano invariate in qualſiſia ſito il corpo moſſo ſi trovi, anzi per la maſſa m ſi eſprimano; non c'è coſa più facile, quanto ſommare le due equazioni $fdt = mdu$, $fds = mudu$, deducendoſi dalla prima $ft = mu$ le velocità creſcenti in proporzione de' tempi, e dalla ſeconda $2fs = mu^2$ gli ſpazj paſſati come i quadrati delle velocità acquiſtate, o come i quadrati de' tempi impiegati in acquiſtarle.

Può conſeguirſi per un altro mezzo, che nelle due equazioni $f = mc \cdot \overline{nn-n} \cdot t^{n-2}$, $f = m \cdot c^{\frac{2}{n}} \overline{nn-n} \cdot s^{\frac{n-2}{n}}$ ci ſia eguaglianza fra gli eſponenti $n-2$, $\frac{n-2}{n}$ facendo $n = 1$: nella qual circoſtanza eſſendo in parte ambo le coefficienti, cioè $nn-n = o$, avremo nell'una, e nell'altra formula $f = o$. E da ciò ſi raccoglie, che il mobile non è ſoſpinto, o ritardato da forza eſtrinſeca ſollecitante, o reſiſtente, ma ſoltanto animato da una velocità inſita, e coſtante, la quale fa, che gli ſpazj traſcorſi ſi trovino ſempre proporzionali ai tempi, cioè $t = s$: lo che non può verificarſi, ſalvo che nei moti uniformi. Ed ecco meſsi in chiaro due canoni fiſici concernenti le forze o nulle, o coſtanti.

XIII.

Scolio ſecondo. Poſto che nelle noſtre formule l'eſponente n ſia maggiore del binario, la forza accelerante f tanto relativamente al tempo, quanto allo ſpazio ſarà data per una dignità poſitiva dell'uno, e dell'altro: coſicchè preſi i tempi, o gli ſpazj per le aſſiſſe, e le forze variabili per le ordinate, le curve naſcenti ſaranno tante parabole, i vertici delle quali ſi congiungano con l'aſſe. Si collochi (Fig. 19.) in A un corpo quieto, e deſcrivaſi la curva parabolica AC, le cui ordinate eſprimano le forze ſollecitanti. Egli è manifeſto, che il globo A non principierà mai a muoverſi, perchè nulla aſſolutamente è la forza, che lo ſoſpinge. Ben è vero, che ſe al mobile da un'altra ſcala di forze venga comunicata una determinata velocità, di cui ſi trovi fornito nel punto B, queſta ſi potrà geometricamente concepire generata dalla ſcale delle forze AG per lo ſpazio, o nel tempo AB. Quando il mobile venga in progreſſo animato dalle forze eſpreſse dalla ſteſſa ſcala AGC, il proſeguimento del moto non ſarà ſoggetto ad alcun aſſurdo. Affinchè però abbiano luogo l'equazioni poc'anzi eſpoſte, convien avvertire, che gli ſpazj, o i tempi non vogliono incominciarſi da B, ma da A.

In queſto mentre ſe le menzionate parabole ſono mal atte a rappreſentarci le leggi, per cui le forze impellenti eſercitano le loro azioni; pon-

no

CAPITOLO DECIMOQUARTO

Degli Equilibrj, e della loro natura.

I.

STabilisco un pronunziato d'incontrastabile evidenza. Io non riconosco vera azione, quando non s'induce mutamento di stato, e senza una azione reale, che non va disgiunta dal moto, nulla di nuovo si mette in essere, ed ogni novità fisica importa passaggio da stato a stato. Le cagioni operanti nell'atto di produrre un qualche effetto si vagliono di quella forza, che in esse risiede, e che gradatamente nell'effetto si trasferisce, e ciò non può farsi, senza che quella forza, che dalla causa vasi successivamente perdendo, si vada con pari passo dall'effetto acquistando.

Quinci s'inferisca, che le forze morte fino a tanto che in semplici pressioni consistono, e colla quiete s'accoppiano, non sono costituite in tali circostanze, onde possano uscire in azione, e procurare cangiamento di stato. Sarebbero per mantenersi vicendevolmente equilibrate, ed in un eterno riposo, se col liberarle dagli ostacoli, che le tengono in freno, a far uso della lor energia non venissero abilitate. Ognuno facilmente comprende qual condizione si richieda, acciocchè nasca in Natura un fisico effetto, viene a dire acciocchè le fibre violentemente compresse si rimettano passo passo, e faccian transito dallo stato di quiete a quello di movimento, ed appresso acciocchè, se per avventura stimolano una massa estranea, venga essa rimossa dal proprio stato, e costretta a soffrire una proporzionata alterazione. Fa di mestieri distinguere questa forzata costituzione da un'altra totalmente diversa, per cui le fibre collocate una accosto delle contigue stanno tutte in riposo senza premere, e senza sfiancare. Il divario consiste, che nella seconda ipotesi le particelle sono onninamente d'operare incapaci: laddove nella prima col porle in libertà, ad agire si rendon atte, ed a far uso di quella forza, che dagli agenti esterni si è spesa nel ridurle alla positura, in cui si rinvengono. Da cotali forze a ragione chiamate morte, siccome quelle, che sussistendo in semplici conati, lo stato de' corpi, in cui risiedono, in conto alcuno non diversificano, traggon l'origine gli equilibrj con una perfetta quiete congiunti. Non ha dunque luogo l'azione; atteso che se le potenze potessero agire, non si manterebbero bilanciate. Ed in tanto sta salda l'equiponderanza, in quanto, che l'azione d'una, o di molte dal contrasto dell'altre, che vi si oppongono, viene impedita: le quali nel tempo medesimo sono valevoli di produrre un'azione pari, e contraria. Per la qual cosa egli è impossibile, che nè per una parte, nè per l'altra comincino ad agire, ed appunto da tal assoluta impotenza l'equilibrio si forma. M'è noto, che la Natura ad ottenere un perfetto equilibrio ha bisogno di qualche previa azione. Mi spiegherò con un esempio. Sovra un elastro situato

to verticalmente, e non precedentemente coſtipato colloco un corpo grave: Egli è manifeſto, che da prima l'azion della gravità eſſendo maggiore di quella della elaſticità, il corpo cangerà ſtato, e riceverà nuovi accreſcimenti di velocità, finattantochè ſi pareggino queſte forze, e per conſeguenza le loro azioni. Ma in virtù della forza viva acquiſtata il corpo proſeguirà il ſuo cammino, e ſerrando vie più l'elaſtro, avverrà, che l'azione della elaſticità ſuperi quella della gravità, onde appoco appoco diminuendoſi la celerità, il corpo verrà ridotto allo ſtato di quiete. Quindi prevalendo la virtù di molla, ſarà colle ſteſſe leggi portato in alto: quindi ſi anderanno alterando le reciproche oſcillazioni, le quali durerebbero all' infinito, ſe il mezzo d' ogni reſiſtenza foſſe sfornito. Ma per cagione de' molti impedimenti, che non ſi poſſono mai rimovere, ſi vanno eſtenuando appoco appoco così fatte oſcillazioni, e tremori, finattantoche ſi riducono al nulla, e terminano in una quiete perfetta. Introdotto in cotal maniera l'equilibrio, ceſsa ogni azione, ed i niſi, ſe non ſono liberati dagli impedimenti, in iſtato permanente, e non ſoggetto a variazione alcuna, ſuſſiſtono.

II.

Il metodo ſpedito per determinare ſe due, o più potenze ſieno in equilibrio, o no, ſi è di ſupporre, che ſi faccia un minimo movimento. Ciò poſto ſi computino diligentemente le azioni delle potenze, e ſi oſſervi in qual proporzione ſi riguardino quelle, che ſono contrarie. Se la proporzione è d'inegualità, ſenza dubbio ſeguirà moto; ma ſe è d' egualità, le potenze ſoſtenendoſi vicendevolmente in equilibrio riposeranno. Cotal maniera di dimoſtrare non è diverſa da quella, che i Geometri chiamano *ad abſurdum*, ſupponendoſi quel moto, che ſi vuol provare impoſſibile. Nè per certo v'ha ragione alcuna perchè piuttoſto quelle, che queſte potenze abbiano ad eſercitare un'azione poſitiva, o un'eguale azion negativa.

Contuttociò per non fondare il raziocinio ſopra un'ipoteſi impoſſibile, la quale introduce l'azione, anche quando non vi può eſſere, abbiamo un modo facile, accreſcendo una delle potenze per una quantità infiniteſima, ed eccone l'eſempio. Pendano dalle braccia d'una ſtadera due gravi, che ſieno in ragion reciproca delle diſtanze dal comune ſoſtegno, e conſeguentemente in una eſatta equiponderanza coſtituiti. Non ſi aſpetti, che l'uno, o l'altro diſcenda; atteſo che niuna delle due preſſioni prevale. Per render ragione del fenomeno, ſi dee procurare una qualche minima azione: lo che ſi ottiene coll'aggiungere ad uno d'eſſi un peſo minore di qualunque aſſegnabile. In tal guiſa l'azione naſcente ci dà agio di ragionare, e di dimoſtrar l'equilibrio: perchè la differenza delle due azioni contrarie è minor di qualunque data. In fatti non ci vorrebbe meno d'una eternità per fare, che il grave come ſopra avvalorato diſcendeſſe per un arco finito; laonde il moto ſarebbe tanto impercettibile, che ſi confonderebbe colla quiete.

III.

III.

A queſto paſſo mi rivolgo al Leibnizio, ed a' ſuoi ſeguaci, e non ceſſo di ſtupirmi, qualmente rinnegando in parte i principj ottimamente ſtabiliti, ſieno giunti a tale di tradire la propria cauſa. Vogliono eſſi, e fanno ogni sforzo per ſoſtenere la lor ſentenza a fronte degli Ingleſi, e de' Franceſi, che una forza viva qualunque, che chiamano F, doppiamente s'eſprima o per la $\int fds$, cioè per l'aggregato delle azioni delle forze accelerantif, che accompagnano il mobile paziente per gli ſpazietti minimi ds; ovvero per il prodotto della maſſa m nel ſemi quadrato $\frac{u^2}{2}$ dell' attuale velocità.

Quì bramerei ſapere, come ci ſi facciano entrare le quantità nel moto mu, viene a dire le maſſe moltiplicate nelle velocità ſemplici, o pure l'integrale $\int fdt$, in cui le forze ſollecitanti f agli elementi del tempo ſi aſſocciano: e ciò quando ſi tratta di miſurare le azioni impedite delle forze morte, e delle potenze, che ſoltanto s'impiegano nel premere, e nello sfiancare. E' una maraviglia, che appena trovar ſi poſſa un Geometra della mentovata ſcuola, che non abbia buonamente adottata, ſenza penſar di vantaggio, la ſtrana e contraddittoria propoſizione.

Se vagliono le formule $F = \int fds = \frac{mu^2}{2}$, ſaranno di pari evidenza dotate le ſeguenti $\frac{F}{n} = \frac{\int fds}{n} = \frac{mu^2}{2n}$.

Non ſi muta in conto alcuno l'eguaglianza coll'accreſcere, o col diminuire il valore della ſpezie n. Poggi eſſa all'infinito, e la forza viva F, ed i due omogenei di comparazione diſcenderanno all'ordine delle grandezze infiniteſime. Preſe dunque le differenze, le due equazioni ci ſi preſentano ſotto un altro aſpetto, ma ſimile, ed analogo $dF = fds = \frac{mdu^2}{2}$, le quali tre quantità appartengono al ſecondo genere delle infinitamente picciole: Per la qual coſa la forza viva $\frac{F}{n} = dF$ equivoca con una forza morta di preſſione, o parlando più accuratamente coll'azione menomiſſima fds eſercitata nella prima origine del movimento dalla potenza accelerante f agente per lo ſpazietto ds, alla quale riſponde l'effetto proporzionato $\frac{mdu^2}{2}$.

Fin ora i canoni del Leibnizio non mi si cambiano in mano, e non veggo per qual urgente motivo, ed in che circostanze la Natura tenacissima delle sue leggi si disponga a variare stile. Certamente dentro i confini del finito non mai; conciossiachè raccozzerebbe insieme fuor di proposito due regole disparatissime ambo in figura di principali, e l'una dall'altra non dipendenti, e converrebbe segnare infra due una precisa linea di limite, che le distinguesse, e le separasse. Succederà dunque la mutazione nel volo dal finito all'infinitesimo, ed in tale incontro non si sa come verranno ad intruderſi clandestinamente l' espressioni differenti $dF = fdt = mdu$. Io non ho avuto ribrezzo di fare il gran salto dalle magnitudini finite alle infinitesime: e pure non mi si sono parate innanzi, salvo che potenze stimolanti, spazj pe' quali agiscono, e velocità non semplici, ma duplicate.

IV.

Una speculazione del Galileo creduta sincera è stata l'origine dell'equivoco. Egli fattosi a dimostrare il principio dell'equiponderanza, nel seguente modo la discorreva. Appiccati alla stadera orizzontale CAE sostenuta dalla potenza B (Fig. 21.) i due pesi disuguali P, p in ragion inversa delle distanze AC, AE dall'ipomoclio A, e conseguentemente equilibrati, ed in riposo, fingasi per una posizione ripugnante al fatto, che il braccio AC cali abbasso per l'archetto minimo CD, ed obblighi il braccio AE a poggiare in alto per l'archetto corrispondente EF. E conciossiachè i predetti archi si passano nello stesso tempo; le velocità dv, dV saranno come gli spazi trascorsi CD, EF, o come i raggi AC, AE, che segnano i discostamenti dal sostegno A. Ma come AC : AE; così le masse m, M proporzionali ai pesi p, P; dunque $dv : dV :: m : M$, e di conseguenza $Mdv = mdV$. Per la qual cosa avrà luogo l'equilibrio, ogni qual volta gli elementi delle due quantità del moto saranno eguali. Soggiungono i Cartesiani: le forze morte, che si bilanciano, intanto sono di pari vigore, in quanto si agguagliano le quantità elementari del moto; dunque lo stesso dee conchiudersi delle assegnabili, non avendosi a far altro, che moltiplicare ambo i prodotti Mdv, mdV per il numero infinito n; onde abbiasi $Mv = mV$, cioè a dire pari forze vive, dove si rinvengono quantità di moto eguali. Almeno questi Filosofi ragionano coerentemente alle loro massime, mentre i Leibniziani all'incontro saltano da principio a principio.

Molto si avrebbe a contrapporre alla pretesa dimostrazione, e per varj mezzi se ne può scoprire la fallacia. Notava il P. Riccati, che mentre il grave P seguitando la direzione della forza centrale tira il braccio AC da C in D; l'altro braccio AE straſcicando il peso p lo solleva per lo spazio EF contro il conato della sua natural gravità. Come vuolsi dunque, che la quantità del moto acquistata dal corpo p da esso provenga, quando sappiamo, che da se non può estollersi dalla parte opposta per l'arco EF? Nell'addotto raziocinio si paragonano le quantità del movimento, di cui si fingon dotate le masse M, m colle loro potenze P, p, siccome effetti colle proprie cagioni: ed in ciò appunto si pecca; essendovi una manifesta ripugnanza, che la quanti-

tità del moto, che risiede nel peso p, proceda dalla sua gravità. Per la qual cosa l'immaginato movimento debbe attribuirsi alla supposta prevalenza dell'azione, per cui la massa pesante P vince la p, che ci fa contrasto.

Si avanza il citato Autore a darci un'altra importante avvertenza. Parlando co' suoi Dialogisti, dic'egli. *Vorrei, che fissaste ben bene, che nè la grandezza, nè il luogo del corpo conferisce punto all'equilibrio delle potenze, alla cui applicazione, e grandezza soltanto si dee por mente. Che se le potenze non fossero in equilibrio, onde dovesse seguir movimento, allora per avere la giusta velocità, e la posizione, e la grandezza del corpo bisognerebbe dedur in computo.*

Alla solita stadera equilibrata applico in qualunque sito le masse Q, q, ed altre ad arbitrio incapaci d'agire, e fornite semplicemente della loro nativa inerzia: è cosa chiara, che non si toglierà l'equiponderanza, cagionata solo dai pesi P, p atti, conforme in appresso vedremo, ad esercitare azioni eguali. Ma prevalendo il grave P, e messa in movimento la leva, non si pongano in non calere le masse inerti Q, q costrette a mutare stato: e per venire a capo della inchiesta, hassi a ricorrere alla teorica de' pendoli composti, de' quali fra poco ci verrà occasione di ragionare almen di passaggio.

In confermazione di questa verità immergo la nostra stadera nell'acqua, e voglio, che la gravità specifica de' pesi P. p equiponderati superi quella del fluido, e che l'altra dei solidi Q, q la pareggi. Questi vi stanno, come se non vi fossero, e nulla influiscono nell'equilibrio; imperocchè il mezzo liquido, in cui stanno sospesi, li mantiene in una perenne quiete, e non permette ad essi l'esercizio d'alcuna azione. L'espressa dottrina ci convince, che per dimostrare le leggi dell'equiponderanza non vi an che fare le quantità eguali del moto mal assunte dal Galileo, e ricevute a contrattempo dai Leibniziani, le quali io non saprei come adattare alla precedente posizione.

V.

E vaglia il vero: quando i Discepoli del Leibnizio vennero quasi direi a patti co' Cartesiani, e diedero loro mezzo vinta la lite, s'insinuò di soppiatto nel sistema delle forze vive la notata incongruenza, dalla quale convien liberarci, facendo constare, che un solo canone abbraccia le forze vive assegnabili, e le azioni inassegnabili delle morte.

Per non dar di petto nell'impossibile avvaloro il peso P coll'aggiunta d'un altro infinitesimo esposto per $\frac{P}{n}$ (sappiasi, che la lettera n dinota un numero, che può montare a qualsivoglia ordine d'infiniti relativi). Prevalendo dunque in qualche modo la potenza agente contro il braccio AC della stadera, il punto C discenderà fino in D, obbligando il punto E col peso p attaccato a poggiare da E in F. Non abbandono la massima del Leibnizio, che l'azione del conato accelerante si misura dalla somma de' due gravi $P + \frac{P}{n}$ moltiplicata nello spazietto CD, per cui ambo calano abbasso. Chia-

mo v la velocità da essi acquistata nel sito infimo D, ed V quella, che risiede nel peso p giunto alla sublimità F, e noto, che le predette celerità si guadagnano in pari tempo.

Chi non vuole inciampare in qualch'errore stia bene inteso a non trasandare tal uno degli effetti, che dall'azione $\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD$ vengon prodotti, e tre nel caso nostro se ne annoverano. In prima l'aggregato delle masse $M + \frac{m}{n}$, che seguitano la ragione dei pesi, si trova animato dalla velocità v, e per conseguenza dalla forza viva, che si espone per $\overline{M + \frac{M}{n}} \times \frac{v^2}{2}$. Secondariamente la massa m arrivata in F cammina colla celerità V, ed è affetta dalla forza viva $= \frac{mV^2}{2}$: la qual forza dovrebbe mettersi a computo, quand'anche la massa m non fosse pesante. Per terzo il grave p monta in alto contro la sua natural propensione: vi si richiede dunque una forza, che vinca i conati della gravità, i quali incessantemente abbasso lo spingono: e questa si misura dal prodotto $p \times EF$.

Quinci se la causa generante pareggia per il notissimo assioma tutti e e tre in solido gli effetti generati (conciossiachè nessun'azione può attribuirsi al peso p costretto nelle premesse circostanze solamente a patire: nel qual punto consiste l'equivoco del Galileo) siamo pervenuti all'equazione

$$\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD = \overline{M + \frac{M}{n}} \times \frac{v^2}{2} + \frac{mV^2}{2} + p \times EF, \text{ ovvero}$$

$$\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD - p \times EF = \overline{M + \frac{M}{n}} \cdot \frac{v^2}{2} + \frac{mV^2}{2}.$$

Facciasi, che le due quantità $P \times CD$, $p \times EF$ siano eguali, onde abbiasi $P \times CD - p \times EF = o$: lo che interviene, qual'ora gli archetti CD, EF, o i loro raggi AC, AE, che determinano le distanze dei pesi dal comun fulcro, sono in ragione inversa de' pesi medesimi. Regolata su tal piede l'ultima espressione, abbiamo $\frac{P}{n} \times CD = \overline{M + \frac{M}{n}} \cdot \frac{v^2}{2} + m \cdot \frac{V^2}{2}$. E perchè l'arco CD è minimo, ed altresì menomissima la magnitudine $\frac{P}{n}$ posso fare, che il prodotto $\frac{P}{n} \times CD$ discenda a qualsivoglia ordine d'infinitesimi, e si

e si accosti al nulla quanto mi piace. D'un genere analogo saranno parimente, attesa la nostra equazione, le velocità duplicate v^2, V^2, le quali equivocando col niente ci fanno comprendere, che vi vorrebbe un tempo infinito, o pure infinitamente infinito per ottenere, che il grave $P + \frac{P}{n}$ percorresse un arco finito. I pesi dunque $P + \frac{P}{n}$, e p stanno bilanciati, ed in quiete, e si dà un'accuratissima equiponderanza di adequazione, che con quella di perfetta egualità si confonde. Ed ecco qualmente dai principj Leibniziani si dimostra la legge dell'equilibrio.

VI.

Non ci conduce del pari a buon termine la formola Cartesiana, e mal vi si adatta il metodo irreprensibile or ora adoperato. Ammesso il canone degli Avversarj, sarà $\overline{P + \frac{P}{n}} . dt - pdt = \overline{M + \frac{M}{n}} . dv + mdV$. Gli archetti CD, EF si passano nel medesimo tempo dt: e benchè tanto il peso p, quanto il tempo dt sieno positivi, contrassegno colla nota negativa il termine $-pdt$, venendo da esso significata la reazione del peso p, la quale va sottratta dall'azione $\overline{P + \frac{P}{n}} . dt$, onde s'abbia l'azione residua $\overline{P + \frac{P}{n}} . dt - pdt$.

Per una opposta ragione, quantunque la direzione della velocità dV sia contraria a quella della dv, antepongo ad ambe le quantità del moto $\overline{M + \frac{M}{n}} . dv$, mdV il segno affermativo; perchè l'effetto intero della nominata azione alla lor somma, e non alla loro differenza si eguaglia. Se per formar l'equilibrio, le velocità dv, dV, e conseguentemente le quantità del moto $\overline{M + \frac{M}{n}} . dv + mdV$ devono supporsi o eguali a nulla, o infinitamente infinitesime, tal dovrà essere l'omogeneo di comparazione, il che non può avvenire, quando $P - p$ almen per adequazione non sia $= o$, ovvero $P = p$.

Non ha luogo dunque l'equilibrio fuorchè nell'unico caso, in cui i due gravi P, p sieno eguali, e collocati in pari lontananza dal sostegno. Che se poi i pesi P, p stanno in ragion data, e reciproca delle distanze AC, AE; la quantità $\overline{P + \frac{P}{n} - p} \times dt$ è infinitesima del primo grado, e tale sarà altre-

tresì la ſomma delle quantità del movimento $\overline{M + \frac{M}{n}} \times dv + mdV$. Haſſi

dunque equiponderanza, non oſtante che le naſcenti quantità del moto non ſiano eguali a nulla almeno adequatamente. La prima illazione ristringe l'ipoteſi ad un ſolo caſo, che non richiede d'eſſere dimoſtrato; mentre è un aſſioma evidentiſſimo naſcente dal principio della indifferenza. La ſeconda ci guida all'aſſurdo, e ci ammoniſce eſſere falſiſſima la teorica, da cui ſi deduce. Conchiudo pertanto, che l'energìa pari delle preſſioni equilibrate mal ſi deſume dalle quantità minime del moto, che ſi fingono generate, o meglio ſi procurano coll'addizione dell'infinitesimo peſo $\frac{P}{n}$; e che le azioni

delle forze morte, o delle potenze vogliono computarſi dal vigore de' conati ſollecitanti motiplicati negli elementi non già de' tempi, ma degli ſpazi.

VII.

A tal uno verrà la curioſità di ſapere, per qual cauſa il canone ſecondario delle quantità del moto eguali alle ſommatorie $\int fdt$, che regge in moltiſſimi caſi, nel noſtro, che abbiam per le mani, ed in altri parecchi ci abbandoni, anzi uſandolo ſi cada in paralogiſmo. Il tante volte citato P. Riccati acutamente ne ha ſcoperta la regola generale, e l'ha munita colle dimoſtrazioni, e cogli eſempj l'ha confermata. Qualora la forza morta accelerante ſpinge il corpo per la direzione del movimento, onde la ſteſſa linea retta ſegni il minimo ſpazio, che ſi percorre, e dia norma all'azione della potenza; amendue le leggi Leibniziana, e Carteſiana ſuſſiſtono, e dell'una, e dell'altra poſſiam valerci con ſicurezza. Ma quando la detta forza ſtimola il mobile per una ſtrada, ed eſſo dalle circoſtanze è obbligato per un'altra diverſa, e diſuguale ad intraprendere il ſuo cammino; la prima ſiccome legge principale ſta ſalda, e manca la ſeconda, che dee riputarſi acceſſoria appunto per ciò, che in tutti gl'incontri non ſi ſoſtiene.

Acciocchè ſi verificaſſe la legge Carteſiana, ſarebbe d'uopo, che e i due peſi P, p, e le due maſſe M, m agiſſero, e ſi moveſſero per eguali ſpazj: il che ſi adempie ſolamente, quando le maſſe gravi M, m ſono collocate ad eguali diſtanze AC, AE. Si deduce ciò chiaramente dalla formola $Pdt - \frac{pVdt}{v} = Mdv + \frac{mVdV}{v}$ contenuta nel paragrafo IX, in cui ponendo $V = v$,

ci ſi preſenta la formola Carteſiana $Pdt - pdt = Mdv + mdV$. Non iſperiamo dunque, che fatto uſo delle formole concernenti le quantità del movimento, concluſioni generalmente legittime ſi deducano. Ed intanto il Galileo co' ſuoi ſeguaci nella conſeguenza non ſi ſono dilungati dal vero, in

quan-

quanto essendo notissimo il teorema dimostrato da Archimede per altra via sebbene indiretta, sono pervenuti dove li guidava non già un ben fondato discorso, ma un'anticipata precognizione.

VIII.

Mi verrà chiesto, se vi sia un qualche geometrico artificio, onde tolte di mezzo le opposte direzioni, del principio Cartesiano possiam valerci. Rispondo, che si può fare, ma con un progresso ricercato, e vizioso in linea di metodo. Sia la leva CAE, ed in essa sospesi due gravi P, p ad arbitrio intorno il fulcro A, e predominando il peso P, si cerchino le affezioni del moto indi nascente.

Prima d'ogni altra cosa ci converrà far passare l'azione del corpo pesante p dal braccio sinistro AE della stadera al destro AC, applicandola al punto C, salva però l' equivalenza. Appresso farà di mestieri sostituire forza a forza, e massa a massa. In vece del peso p metto una immaginata forza negativa, per esempio una forza centrifuga $-\frac{p \times EA}{AC}$, ed in cambio della vera massa m la sussidiaria, ed ideale $\frac{m \times \overline{EA}^2}{\overline{AC}^2}$. Dopo ciò assumo il canone appartenente alle quantità del moto, e faccio $\overline{P - \frac{p \times EA}{AC} \times dt} = \overline{M + \frac{m.\overline{EA}^2}{\overline{AC}^2} \times du}$, e sommando, $\overline{P - \frac{p.EA}{AC} \times t} = \overline{M + \frac{m.\overline{EA.v}^2}{\overline{AC}^2}}$. Chi va in traccia della legge dell'equilibrio, ponga $v = o$, essendo nulla la velocità, mentre i corpi stanno in una perfetta quiete: dunque $\overline{P - \frac{p \times EA}{AC}} \times t = o$, e conseguentemente $P \times AC = p \times AE$. Dassi pertanto l'equiponderanza, ogni qual volta i pesi P, p si trovano essere in ragione reciproca delle distanze AC, AE dal comune sostegno.

IX.

IX.

Con tal apparato di ſoſtituzioni coſa ſi è fatto, ſe non ſe inorpellare le azioni, che alla prima, e ſenza tanti raggiri l'eſpreſſione Leibniziana ci ſomminiſtra? Torno a pigliarla per mano, e denominati ds, dS gli ſpazietti paſſati CP, EF, abbiaſi $Pds - pdS = Mudu + mVdV$: ma $ds = vdt$, e $dS = Vdt$; dunque $Pvdt - pVdt = M\,vdv + mVdV$, ovvero dividendo per v,

$$Pdt - \frac{pVdt}{v} = Mdv + \frac{mVdV}{v} = M + \frac{mVdV}{vdv}.\ dv.$$

Ed ecco qualmente ſi paſſa dall'equazione principale alla ſecondaria, nella quale ſi ravviſa ſurrogata forza a forza, e maſſa a maſſa.

E ciò che merita una ſpezial rifleſſione ſi è, che la prima formola opportunamente c'inſegna qual forza, e qual maſſa deggia ſoſtituirſi. Dico per tanto, che in luogo del peſo p va meſſa la forza $-\frac{pV}{u}$, ed in luogo della maſſa m l'altra $\frac{mVdV}{vdv}$. Verificandoſi le analogie $v : V :: dv : dV :: AC : AE$,

ad eſſe corriſpondono l'equazioni $\frac{V}{v} = \frac{dV}{dv} = \frac{AE}{AC}$, ed $\frac{VdV}{vdv} = \frac{\overline{AE}^2}{\overline{AC}^2}$, e ſoſtituendo avremo come di ſopra $\overline{P - p.\ \frac{AE}{AC}}.\ dt = M + m.\ \frac{\overline{AE}^2}{\overline{AC}^2}.\ dv$. Integrando poi, $\overline{P - p.\ \frac{AE}{AC}}.\ t = M + \frac{m.\ \overline{AE}^2}{\overline{AC}^2}.\ v$. In queſto mentre ſupponendo, che le medeſime forze ſi mantengano ſempre mai normali alle braccia del vette, nell'ultima formola in luogo di v ſi ponga $\frac{ds}{dt}$, e fatta la moltiplicazione per dt, otterremo $\overline{P - p.\ \frac{AE}{AC}}.\ tdt = M\,m.\ \frac{\overline{AE}^2}{\overline{AC}^2}.\ ds$,

e in-

e integrando, $P - \frac{p \cdot AE}{AC} \cdot \frac{t^2}{2} = M + \frac{m \cdot \overline{AE}^2}{\overline{AC}^2} \cdot s$, la qual espressione espurgata ci porge $t^2 = \frac{M \cdot \overline{AC}^2 + m \cdot \overline{AE}^2}{AC \cdot P \cdot AC - p \cdot AE} \cdot 2s$

L'ipotesi, che le potenze si conservino al vette normali, non può aver luogo se non per uno spazietto infinitesimo, ed a questo caso convien restringere la formola precedente.

Se da due vetti si descrivano archetti simili, la quantità $\frac{2s}{AC}$ sarà in amendue la medesima: dunque la proporzione de' tempicelli verrà espressa dall'equazione $t = \sqrt{\frac{M \cdot \overline{AC}^2 + m \cdot \overline{AE}^2}{P \cdot AC - p \cdot AE}}$. Non sarebbe difficile a dimostrare, che la medesima formola vale ancor nel finito, purchè si prendano archi simili, e similmente situati.

Se il grave p fosse situato nel braccio destro AC della leva in qualunque distanza dal punto A, basterebbe nel divisore mutare il segno di negativo in affermativo. Quinci ne' pendoli composti, in cui due pesi P, p alla medesima verga sono raccomandati, ci si rende nota la ragione de' tempi delle loro oscillazioni per archi simili, e similmente posti, avendosi

$$t = \sqrt{\frac{M \cdot \overline{AC}^2 + m \cdot \overline{AE}^2}{P \cdot AC + p \cdot AE}}$$

Intanto l'esperienza ci ha insegnato a determinare i tempi delle vibrazioni ne' pendoli semplici per via di minuti, o di secondi, misure altronde conosciute: e sappiamo altresì, che le lunghezze d'essi pendoli sono proporzionali ai quadrati de' tempi, in cui si compiono le analoghe reciprocazioni. Resta dunque, che si trovi la lunghezza L d'un pendolo semplice isocrono al composto: lo che facilmente si conseguisce facendo

$\frac{M \cdot \overline{AC}^2 + m \cdot \overline{AE}^2}{P \cdot AC \pm p \cdot AE} = t^2 = L$. Finalmente nel caso di equiponderanza

essendo P. AC − p. AE = 0, una quantità data divisa per il nulla ci dà la lunghezza L infinita, e per conseguenza il pendolo semplice non camminerà per qualsisia piccolissimo arco finito, se non se in un tempo infinito, e così dovendo procedere di pari passo il composto, il suo moto infinitesimo dalla quiete non si discerne.

X.

La teorica de' pendoli composti, e degli equilibrj con far uso dei premessi principj potrebbe estendersi alla generalità: ma si sarebbe il già fatto, nè io questa fiata voglio metter la falce nella messe altrui. Per ora non ommetto tre riflessioni concernenti lo scioglimento del proposto quesito per via del canone delle quantità del moto.

E primieramente col servirsi d'esso nella sua semplicità, la quale, per così esprimermi, è saltata agli occhi del Galileo, e di moltissimi Matematici dopo di lui, che si sono lasciati ingannare, s'inciampa in paralogismo. E quando si procura di ridurre il canone a dovere, s'incorre in una manifesta petizion di principio. Come si farà a surrogare francamente quelle precise masse, e potenze, che solamente vengono a sesta, e sole ad esclusione di tutte le altre vogliono essere introdotte, se prima non ci sono note le proprietà delle leve? Si suppone dunque ciò, che si cerca, e la dimostrazione si mesce colla quistione.

Secondariamente nella nostra ricerca vogliasi, o non vogliasi ci avea da entrare, o palese, o pure occulta la formola del Leibnizio, e l'abbiam fatto toccar con mano; imperocchè ad essa siccome base stabile si appoggia la soluzione indiretta, la quale intanto è legittima, e non mica fallace come la Galileana, in quanto con qualche giro artifizioso dalla principale si è derivata.

In terzo luogo: a che pro si lascia da canto il metodo fondamentale per attenersi al secondario? Quello va dietro passo passo alle operazioni della Natura, investigando qualmente in fatto s'impieghino le azioni delle forze morte. Questo introduce un meccanismo ideale, che col fisico nè punto, nè poco si accorda. Per la qual cosa sono costretti i Filosofi a crearsi in mente delle masse, e delle potenze immaginarie, da surrogarsi in vece delle reali.

Se altro argomento produrre non si sapesse (che parecchi se ne allegano di demostrativi, ed invitti) per provare, che l'espressione $fdt = mdu$ è bene spesso inutile, e tal fiata difettosa; questo solo che appartiene ad un caso semplicissimo dell'equilibrio fra due pesi in una stadera disposti, sarebbe sufficiente a farci entrare in noi stessi, ed a liberarci dai pregiudizj. E se talora la formola ben maneggiata, adempiute le condizioni superiormente inculcate, dalla verità non si allontana; non può negarsi, che il progresso sia indiretto, ed oltre modo ricercato, e che ai problemi per genere improprio si soddisfaccia.

CA-

Digitized by Google

CAPITOLO DECIMOQUINTO

Della compoſizione, e della riſoluzione delle potenze.

I.

DEſcritto un qualſivoglia parallelogrammo ABDC (Fig. 22), e tirato il diametro AD, unanimi convengono i Fiſico-Matematici nell'ammettere ſiccome indubitata la ſeguente propoſizione. Si eſpongano per i lati AB, AC due potenze ſtimolanti di conſerva un mobile collocato nel ſito A; accaderà, ch'eſſo corpo s'incammini per la direzione AD, e che la detta diagonale ci rappreſenti una terza potenza equivalente ad ambo le laterali AB, AC concordemente operanti; per guiſa che alla maſſa A ſi comunicherà nell'una, e nell'altra ipoteſi una pari impreſſione. Lo ſteſſo dicaſi della potenza compoſta AD, la quale nelle due componenti AB, AC ſi riſolve.

Non ſo, ſe di queſto Teorema aveſſero qualche ſentore gli antichi Meccanici: eglino, che ſcriſſero teoricamente de' ſei noti ſtromenti, ed in pratica con tanta perizia li maneggiarono. Se ne valſero a gara i Geometri moderni, ed una buona parte delle recenti maraviglioſe ſcoperte dal menzionato principio traſſer l'origine. Fra gli altri il celebre Sig. Varignon ſu queſta baſe fondò la ſua intera Meccanica, che per la ſemplicità, e per la chiarezza meritò l'applauſo di tutti i Fiſici dell'Europa.

Pare, che talvolta nelle menti umane riluca un raggio, ed un certo anticipato preſentimento di verità, della quale ſebbene non abbiamo alle mani le prove evidenti onde confermarla, viene però eſſa accompagnata da un lume sì forte, che ſenza eſitazione ſiamo perſuaſi a ſervirſene, Il criterio è bene ſpeſſo ingannevole, e pericoloſo; perchè le opinioni falſe, ed incerte pullulano frequentemente da cotali preoccupazioni, e perciò vogliono adoperarſi colla debita circoſpezione. Qualche fiata però ſi coglie nel ſegno, e ne abbiamo l'eſempio nelle forze compoſte, che in moltiſſime moderne ſpecolazioni an fatta la loro comparſa, quantunque d'una rigoroſa dimoſtrazione non foſſero per anco munite.

La prima lode ſi debbe all'acutiſſimo Signor Daniello Bernoulli, che nel primo tomo de' Comentarj dell'Accademia Imperiale di S. Pietroburgo, ne ha cavate le prove da alcune maſſime metafiſiche ſuperiori ad ogni eccezione. La ſeconda al P. Vincenzo Riccati, che le ha dedotte dai principj fiſici dell'azioni nella ſettima giornata de' ſuoi Dialoghi. Anch'io mi ſono ingegnato di ſtabilire il Teorema con un metodo indiretto, che in altra congiuntura uſcirà alla luce: ma preſentemente, acciocchè la mia opera non reſti imperfetta, raccoglierò in ſuccinto da' predetti Autori ciò, che fa a mio propoſito.

II.

Si fa ſtrada il Signor Bernoulli all' inchieſta con due evidentiſſimi pronunziati. Conſidera in prima le potenze componenti ne' due caſi eſtremi di limite, cioè quando l'una è ſovrappoſta all' altra, ed agiſcono unite colla lor ſomma per la medeſima direzione: o pure quando eſſendo direttamente contrarie, ſcambievolmente ſi contraſtano, e nulla operano ſe ſono pari, o ſe ſono diſuguali ſoltanto colla lor differenza. Ne' caſi di mezzo ha luogo il ſecondo aſſioma, che ſi premette ſiccome un Lemma, ed è, che poſte equivalenti le tre potenze a, b, c, le loro multiple, o ſummultiple, o proporzionali in qualunque ragione di maggiore, o minore inegualità, cioè na, nb, nc ſono di pari equipollenza fornite. Illuſtra la coſa con qualche ſemplice eſemplo. Imperciocchè ſe le forze morte a, b, c ſono equivalenti, ſuſſiſterà l'equivalenza nelle altre tre $a+a$, $b+b$ $c+c$; e così vadaſi diſcorrendo.

Problema primo. Le due forze componenti AB, AC ſieno eguali, e diſpoſte ad angolo retto; ſi cerca la compoſta AD. E' coſa chiara, che la direzione AD taglierà in due parti eguali l'angolo retto BAC; concioſſiachè eſſendo eguali per la ſuppoſizione le due potenze AB, AC, il principio generale della indifferenza non conſente, che la media AD pieghi più verſo l'una, che verſo l'altra: lo che importa, che l'angolo retto ſia partito egualmente. Ora ſi tiri per il punto A la linea RAE normale ad AD, e facciaſi come DA: AB:: AB: AR:: AC: AE, e ſi ſegni la retta AH = AR = AE.

La coſtruzione ci mette ſotto gli occhi tre ternarj di potenze proporzionali, e ſono AB, AC, AD; AR, AH, AB; AE, AH, AC; dunque per il lemma premeſſo le due AR, AH equivagliono alla AB; e le due AE, AH all' altra AC: ma la coppia AB, AC è equipollente alla ignota AD; dunque le quattro potenze AR + AE + AH + AH, ovvero le tre AR + AE + 2AH pareggiano la compoſta AD. Le due prime AR, AE, ſiccome prementi, o tiranti in ſenſo direttamente oppoſto, impiegano l'una contro l'altra i loro mutui conati, e vicendevolmente diſtruggonſi; dunque reſta la ſola 2AH = AD. Soſtituito poi in vece di AH il ſuo valore $\frac{\overline{AB}^2}{AD}$ naſcente dalla premeſſa analogia DA: AB:: AB: AR = AH; avremo $2.\frac{\overline{AB}^2}{AD} = AD$, ovvero $2.\overline{AB}^2 = \overline{AD}^2$, ed eſtratta la radice, $AB.\sqrt{2} = AD$: lo che etc.

Corollario. Compiuto pertanto il quadrato ABDC, il diametro AD dinota la potenza equipollente alle due laterali AB, AC.

III.

III.

Problema ſecondo. Le forze componenti AB, AC formino come ſopra l'angolo retto BAC, e ſia AB minore di AC, e ci venga ingiunto di determinare il valore AD della compoſta. Ritenuta la ſteſſa preparazione ſia $AH = \frac{\overline{AB}^2}{AD}$, cioè terza proporzionale alle due AD, AB: indi AR $= \frac{AB.AC}{AD}$, cioè quarta proporzionale alle tre AD, AC, AB. Ciò poſto egli è manifeſto, che la potenza AB equivale alle due AH, AR; imperciocchè le tre potenze AH, AB, AR ſono per la coſtruzione proporzionali, e ſimilmente poſte colle altre tre AB, AD, AC, atteſa l'eguaglianza degli angoli BAR, DAC. Ponno dunque alla potenza AB ſurrogarſi l'equivalenti AR, AH.

Facciaſi lo ſteſſo dall'altro canto, ſoſtituendo in cambio della potenza AC le due equipollenti AE, AK tali, che AC, AD, AB ſieno proporzionali alle AK, AC, AE: lo che ſi ottiene col mettere $AK = \frac{\overline{AC}^2}{AD}$, ed $AE = \frac{AC.AB}{AD} = AR$. Così le quattro potenze AR, AE, AH, AK equivaglieranno alle due AB, AC, e conſeguentemente alla cercata AD. Ma le due AR, AE, ſiccome contrarie, ed uguali nulla operano, e non eſercitano azione nel mobile; dunque rimangono ſoltanto le potenze AH, AK da eguagliarſi alla potenza AD. In queſto mentre $AH = \frac{\overline{AB}^2}{AD}$, ed $AK = \frac{\overline{AC}^2}{AD}$, dunque $\frac{\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2}{AD} = AD$, ovvero $\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2 = \overline{AD}^2$, e per ultimo $\sqrt{\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2} = AD$: lo che etc.

Corollario. Per la qual coſa la potenza compoſta AD è uguale a quella, che ci viene rappreſentata dal diametro del rettangolo ABDC, i di cui lati AB, AC ci eſpongono le forze componenti.

Siccome ci è venuto fatto di ſcoprire il valore della forza equipollente $AD = \sqrt{\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2}$; così ſiamo tuttavia all'oſcuro per quale ſtrada di mezzo il corpo ſollecitato dalle potenze AB, AC abbia da incamminarſi. I Meccanici vanno d'accordo nell'aſſegnare ad eſſo la direzione per

per la diagonale A D del ſuddetto rettangolo ; ma la propoſizione non ſi ſuole aſſumere come un pronunziato.

Nel ſecondo Corollario nota il Sig. Bernoulli , che ſe ci riuſciſſe di dimoſtrare, che le due forze laterali A B, A C talmente nella doppia ſcambievole azione ſi contemperano, che non permettono alla maſſa paziente A di ſvagare fuori della direzione diagonale A D; allora con un breve giro di diſcorſo ſi verrebbe a termine della noſtra perquiſizione.

In fatti ammeſſa l'ipoteſi, due potenze A B, A C (Fig.24.) abbraccino qualunque angolo B A C, che non ſia retto , onde la coſa ſi pigli generalmente. Compiaſi il rombo, o la romboide A B D C; dico, che la forza equipollente è diretta giuſto il diametro A D, e da eſſo ci viene eſpoſta. Prorogate ſe occorre le rette D B, A C, dai punti A, D ſi tirino le perpendicolari A G, D E, e ſi avverta eſſere il diametro A D comune tanto al parallelogrammo A B D C, quanto al rettangolo A G D E. In queſto mentre la potenza A D e per la quantità, e per la direzione equivale alle due laterali A G, A E, ovvero alle tre A C, C E, A G = E D : ma eſſendo retto l'angolo C E D, le forze C E, E D compongono la C D, ovvero la A B; dunque le potenze laterali A B, A C, ſono equipollenti alla diagonale A D: lo che etc. S'inoltra il noſtro Autore , e conſiderata l'equipollenza delle potenze nei rombi, paſſo paſſo s'apre la ſtrada per dimoſtrare la verità della ſuppoſizione, cioe che la forza compoſta A D ſeguita la direzione del diametro A D. Non traſcurino i Lettori di ben comprendere l'ingegnoſo progreſſo.

IV.

Il P. Riccati nel luogo citato ci ſpiana il ſentiero, e ſcoperto l'artifizio, con cui la Natura ſi adopera nella compoſizione , e nella riſoluzione delle potenze, ci fa paleſe, qualmente nel tempo ſteſſo ſi mantenga ferma la indiſpenſabile uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti. Egli per agevolare la ricerca ſi ſerve di due corde elaſtiche A S, A T (Fig.22.) raccomandate ai punti immobili S, T, ed appiccate alla maſſa A, le quali colle loro forze eſpreſſe per A B, A C promuovano il corpo A, accorciandoſi, o ſtendendoſi per tratti ſoltanto infinitesimi.

La preparazione porta con ſeco due beneficj: l'uno, che la contrazione, o il diſtendimento delle ſuni ci pone ſotto gli occhi, quando i conati ſono o coſpiranti, o contrarj: l'altro, che operando le forze agenti per iſpazj inaſſegnabili, eſercitano ſollecitazioni coſtanti ; laonde poſſiam ricorrere alla teorica del Galileo concernente i peſi ſtimolati all'ingiù dalla gravità uniforme. Le ſunicelle dunque tirino la maſſa A per la ſtrada inaſſegnabile A a, e per qualunque direzione o libera, o obbligata; ſi muteranno eſſe neceſſariamente di poſizione paſſando la prima dal ſito S A al proſſimo S a, e la ſeconda dal ſito T A all'altro T a. Quindi dai centri S, T coi raggi S a, T a deſcritti gli archetti minimi ap, aq, egli è manifeſto, che la corda S A ſi farà contratta per la ſluſsione A p, e la T A per un ſimile elemento A q.

V.

V.

Ciò premeſſo, primieramente ſi conſidera l'azione del ſolo elaſtro SA, che ſtraſcica il mobile A per la direzion neceſsaria AD, a cagion d'eſempio per un canale, da cui uſcire non poſſa. Sia A*a* il primo paſſo, e la molla ſiaſi accorciata per la lineetta A*p*. Laſciara cadere dal punto B ſulla retta AD la normale BH, ſi dimoſtra eſſere eguali le due azioni BA × A*p*, HA × A*a*. Dipende ciò dalla ſimilitudine de' triangoli A*p*a, AHB, i quali oltre all'angolo comune all'apice A, anno gli angoli retti ai punti, *p*, H. Adunque A*p*: A*a* :: HA: AB, e conſeguentemenre BA × A*p* = HA × A*a*.

Si fa poi vedere, che moſſo il corpo A o per lo ſpazietto A*p*, ò per lo A*a*, ne' punti *p*, *a* acquiſta una pari velocità, giacchè nell'uno, e nell'altro caſo al centro *s* egualmente s'accoſta, e per conſeguenza una pari ſorza, conforme per altra via è ſtato da molti Geometri dimoſtrato. Appreſso ſi mette in viſta la conformità di queſta dottrina con quella del Galileo intorno ai gravi, che diſcendono ne' piani inclinati, e ſi ricava, che i tempi per A*p*, A*a* non ſono mica eguali, ma in ragione di AH ad AB.

Non ſi ommettono due Corollarj: il primo, che quanto più l'angolo acuto BAD ſi allarga, tanto più ſi minora la potenza equivalente AH; attalchè diventa nulla nella ipoteſi dell'angolo retto BAD, perchè allora la perpendicolare cade ſul punto A.

Corollario ſecondo. C'è un'altra potenza eſpoſta per BH, la quale ſtimola il mobile ad abbandonare la direzion neceſſaria, e fa sì, ch'eſso prema continuamenre una ſponda del canale. Eſſendo queſta perpendicolare alla retta AD, col ſuo primo inaſſegnabile conato non produce ſalvo che un'azione infiniteſima del ſecondo ordine, e perciò non va meſſa in conto, quando unicamente ſi tratta di azioni, che al primo appartengono. Miſurandoſi la predetta azione dal prodotto della potenza BH nella intercetta fra la rangente del cerchio, e la periferia; gli Analiſti ſanno, che una tal minima quantità è una fluſſione del grado ſecondo, e coll'altra azione HA × A*a* grandezza del primo onninamente incomparabile.

VI.

Vien dietro la ſuppoſizione, per cui due ſuni elaſtiche SA, TA attaccate alla maſsa A, la sforzano a camminare per la direzione obbligata AD ſituata nel piano delle corde. Condotta la normale CK, ſiccome la potenza AH equivale alla AB, così la potenza AK equivale alla AC; dunque poſta KD = HA, la potenza AD compoſta di amendue AH + AK ſarà equipollente all'altre due AB, AC unitamente operanti. Già ſi è detto, che l'azione della potenza AH ſi eguaglia a quella della potenza AB, e per la ſteſſa ragione ſaranno eguali le azioni delle due potenze AK, AC, e per conſeguenza l'azione della ſola potenza AD pareggierà l'aggregato delle azioni eſercitate dalle potenze AB, AC.

Ecco-

Eccone la dimoſtrazione. Le coppie dei triangoli AHB, A*p a*; AKC, A*q a* ſiccome ſimili ci danno le ſeguenti analogie. HA : AB :: *p*A : A*a*, KA : AC :: *q*A : A*a*, e le due equazioni BA.A*p* = HA.A*a*, CA.A*q* = KA.A*a*; dunque BA.A*p* + CA.A*q* = HA.A*a* + KA.A*a* = $\overline{HA + KA}$.A*a* = DA.A*a*: lo che etc. In queſto mentre per i noti canoni del Galileo le tre potenze coſtanti BA, CA, DA, che ſtimolano il corpo A, e che per avere le loro riſpettive azioni vogliono moltiplicarſi per gli ſpazietti traſcorſi A*p*, A*q*, A*a*, ſono eguali ai quadrati delle corriſpondenti velocità contraſſegnate per du^2, dv^2, dV^2; dunque eſſendo BA × A*p* × CA × A*q* = DA × A*a*, avremo altresì $du^2 + dv^2 = dV^2$: dalla qual coſa ſi raccoglie, che ſe la medeſima maſſa ne' punti *p*, *a*, *q* guadagna differenti celerità, le ſue forze vive ſi eſpongono per le dette velocità duplicate proporzionali alle azioni giuſto la Teorica del Leibnizio.

Quì ci ſi preſentano alcune illazioni. Poſto che la potenza BA ſollecitaſſe il mobile A con una direzione normale alla neceſſaria AD, operando eſſa forza con un'azione menomiſſima d'un grado inferiore, dee traſandarſi come ſe non ci foſſe. Ed in ordine a ciò l'azione equipollente KA.A*a* s'agguaglia alla ſola CA × A*q* infinitamente maggiore della BA × A*p*. Siamo dunque nel caſo, in cui la corda TA animata dalla potenza CA eſercita unicamente il ſuo vigore contro il corpo A per la direzione obbligata AD.

Ma ſe l'angolo BAD foſſe ottuſo (Fig. 25.), in tale incontro accorciandoſi la ſune TA, l'altra SA patirebbe una diſtrazione, oppure al roveſcio ſecondo la prevalenza delle potenze CA, BA. In queſta ſuppoſizione non va adoperata la ſomma delle azioni CA × A*q* + BA × A*p*, ma bensì la lor differenza CA × A*q* — BA × A*p*, per miſurare l'azione equipollente. Ed in vero la potenza maggiore CA s'impiega in produrre due effetti: l'uno nello ſtirare la corda SA, che da ſe ſteſſa di ſtenderſi non è capace: l'altro nel promovere la maſſa A per il canale AD. E ſiccome la ſua energia ad ambi gli effetti equivale; così ſarà CA × A*q* = BA × *ap* + $\overline{KA - AH}$ × A*a*. E ſe per avventura le forze KA, AH foſſero eguali, il mobile A nel tubo HAK ſe ne ſtarebbe immoto fra due potenze pari, e direttamente contrarie. Predominando poi la potenza BA, le conſeguenze ſono facili a dedurſi, e comprende amendue i caſi la ſeguente equazione, che concerne le velocità, $\mp du^2 \pm dv^2 = dV^2$. Se gli angoli BAK, KAC eguagliaſſero due retti; allora la forza equipollente ſi ridurrebbe a nulla; e le ſunicelle elaſtiche contro le ſponde del canale impiegherebbero i loro conati, che per linea retta ſi oppongono. Giudico ſoverchio l'avvertire, che ſe i predetti angoli BAK, KAC ſuperaſſero i due retti, tornando ad eſſere coſpiranti in ſenſo contrario le azioni delle corde SA, TA, il corpo A ſarebbe aſtretto a camminare al roveſcio per la direzione obbligata AH.

Prorogata la linea DA in *d* (Fig. 22.) ſi applichi alla maſſa A l'elaſtro *d*A fermato nel punto *d*, e corredato della forza A*d* = AD; è coſa chia-

chiara, che le due potenze uguali, ed opposte si equilibrano. Esercitano esse incessantemente i loro conati contro il solido A, ma senza profitto; perchè quanto la potenza DA si sforza di tirarlo da A verso D, altrettanto la *d*A lo stimola verso *d*. Ma si è provato, che la DA equivale alle due BA, CA unitamente operanti; dunque le tre potenze AB, AC, A*d* si trovano costituite in una esatta equiponderanza. E ciò si verifica ogni qual volta le azioni, ch'io chiamerò virtuali, perchè all'atto non si riducono, squisitamente pareggiansi. In questo mentre le dette azioni virtuali, che in semplici perenni sfiancamenti, o pressioni consistono, ponno convertirsi in reali coll'accrescere le potenze BA, CA per un elemento infinitesimo di qual sivoglia grado. In tal ipotesi, non ostante il contra-niso della potenza *d*A, promoveranno il mobile A per lo spazietto A*a* appartenente a quell'ordine di quantità infinitamente menoma, che si avvicina al nulla quanto mi aggrada. Per la qual cosa avrò sotto gli occhi il meccanismo della Natura, senza che resti in conto alcuno turbato l'equilibrio.

VII.

Fra le innumerabili direzioni necessarie, per cui le azioni delle cordicelle BA, CA sollecitano il corpo A, ci sarà anche la libera, nella quale camminerà da se stesso, e dal canale non sostenuto. Questa vuole determinarsi. Convien dunque condurre la linea AD, per modo che sieno uguali le due perpendicolari BH, CK, che dai punti B, C ad essa si tirano. Di sopra al n.° 5.° s'è insinuato, che oltre le potenze HA, KA, che promovono il mobile A per la direzione AD, ci sono le due normali BH, CK, tutte e quattro derivate dalle primitive BA, CA. La coppia BH, CK si adopera semplicemente nel premere il corpo A contro le pareti del tubo, prevalendo ora l'una, ora l'altra secondo la posizione del canale AD. Ma attesa la nostra costruzione sono esse eguali, e contrarie; dunque il solido A posto di mezzo fra due forze equilibrate non è stimolato a piegare più a destra, che a sinistra, e per conseguenza non si appoggia ai lati del tubo, e non esercita pressione di sorta. Per la qual cosa, rimosso il canale, procederà liberamente il mobile per la medesima strada.

Compiuto il parallelogrammo ABDC, e tirato il diametro AD, è facile a dimostrarsi l'uguaglianza delle perpendicolari BH, CK cadenti dai punti B, C sopra lo stesso diametro, e di più, che collocata in qualunque altra positura la retta AD, la premessa egualità non ha luogo. I triangoli ABH, DCK sono simili, ed eguali; conciossiachè eguali sono i lati opposti AB, DC del parallelogrammo, eguali gli angoli alterni BAH, CDK, e retti gli angoli ai punti H, K; dunque BH=CK, e AH=DK. Ed in ordine a ciò la diagonale AD=AK+AH ci esporrà la potenza equipollente alle due AB, AC tanto per la quantità, quanto per la libera direzione.

Ora piglio per mano la soluzione Bernoulliana del problema secondo, posto che sia retto l'angolo ABC. Ivi n.° 3.° si dimostra, che le quattro potenze AR, AE, AH, AK equivalgono alle due AB, AC, ovvero

all'unica AD uguale al diametro del rettangolo ABDC. Le due AR, AE, ciaſcuna delle quali ſi eſpone per la grandezza $\frac{AC + AB}{AD}$, ed è quarta proporzionale alle tre AD, AC, AB, ſiccome eguali e contrarie in neſſun modo influiſcono nell'equipollente: imperciocchè ſi ſoſpende ogni azione, quando le forze morte cozzano inſieme con pari mutui conati. E quì ſi rifletta, che paſſa eguaglianza fra la normale BH, e la linea AR, come altresì fra CK, ed AE; eſſendo ſimili i triangoli ABH, CAD, i quali oltre gli angoli BHA, ACD retti, anno gli angoli ABH, CAD eguali; dunque DA: CA :: AB: BH, e conſeguentemente $BH = \frac{AC \times AB}{AD}$: valore, che del pari ſi è veduto convenire alla retta AR, ovvero AE. Ma le potenze AR, AE; HB, KC a coppia a coppia ſi contraſtano ſcambievolmente; dunque in vece delle due prime poſſo ſurrogare le due ſeconde, le quali, conforme ſi è detto non permettono, che il mobile A ſtimolato dalla potenza compoſta DA ſi diparta dalla diagonale AD: con che ſi determina la linea di direzione, e ſi ſuppliſce a ciò, che mancava nel problema ſecondo del lodato Signor Bernoulli, ſenza ingolfarſi in un lungo progreſſo di deduzioni.

VIII.

Con due metodi ſi è per noi dimoſtrato il Teorema della compoſizione, e della riſoluzione delle forze concordemente ricevuto da tutti i Fiſico-Matematici. Il primo, ch'è ſtato prodotto dal dottiſſimo Signor Daniello Bernoulli, è appoggiato ſopra principj metafiſici d'incontraſtabile evidenza, i quali non poſſono eſſere richiamati in dubbio da chi che ſia. L'altro pubblicato dal P. Vincenzo Riccati ha per baſe il principio delle azioni miſurate per quello ſpazio, onde ſi fa l'accoſtamento, o il diſcoſtamento dal centro delle potenze, il quale, ſebbene io lo reputo evidentiſſimo, pure da parecchi non è ricevuto per anco. Ma concioſſiachè da amendue i metodi ſi traggono le medeſime conſeguenze, parmi, che il primo ſerva di ſorte prova, e confermazione del ſecondo. Mercè che poſta l'inconcuſſa verità del teorema, ſe noi pel detto ſpazio miſuriamo le azioni, ritroviamo, che le azioni delle laterali eguagliano quella dell'equipollente; dunque ſi conſerva una ſquiſita egualità tra due cauſe atte a produrre lo ſteſſo effetto: la qual egualità non potendoſi ottenere nell'altra miſura dell'azione, come ſi farà paleſe nel ſeguente capitolo, dobbiam dedurre, che dallo ſpazio vuolſi unicamente deſumere l'eſtimazion dell'azione.

CAPITOLO DECIMOSESTO

Si proſeguiſce a parlare della compoſizione, e della riſoluzione delle potenze.

I.

LE potenze in quanto s'impiegano ſemplicemente nel premere, o nello ſtirare vi ſi adoperano con tutta quella vigoria, di cui in qualità di conati, o di forze morte ſon corredate. Non c'è ragione, per la quale abbiano a ricreſcere, o ſcemare, mentre i niſi fra le ſollecitazioni fiſiche, e neceſsarie vanno riposti. E vaglia il vero, ſi applichi alla maſſa A la potenza A B, (Fig. 22.) che ſolitaria eſerciti contro il corpo paziente la totale ſua efficacia; è forſe indovina, che vi ſi aggiunga una ſeconda potenza A C, che per un altro verſo lo ſtimoli: laonde le due impreſſioni abbiano a paſſare di concerto, e d'intelligenza; per guiſa che ſecondo le circoſtanze ſcambievolmente ſi contemperino, e ſi aumentino, o ſi minorino, a miſura degli effetti, che dall'accoppiamento delle due forze morte abilitate ad agire tal fiata riſultano? Fermo il mobile A con un chiodo, e ſo di certo, che la potenza A B lo tira quanto può, e ci ſpende l'intera ſua energìa, e lo ſteſſo fa l'altra A C: ma non ſegue movimento di ſorta, perchè la reſiſtenza del chiovo non laſcia vincerſi. Metto in opera la terza potenza A *d* equipollente ad amendue le A B, A C onde ſi formi l'equilibrio: anche queſta impiegherà tutto il ſuo niſo contro il chiodo, che ſoſterrà tre ſtiramenti proporzionali ai tre conati A B, A C, A *d*. Rimoſſo il chiovo, ſiccome le coſe nello ſtato di prima perſiſtono, e nulla di nuovo ſuccede riſpetto alla maſſa A, che dalla ſua quiete non ſi diparte, atteſa la ſuppoſta equiponderanza; così egli è manifeſto, che i tre menzionati niſi ſenza punto modificarſi vicendevolmente a ſollecitare il ſolido A ſi convertono.

Oltre ciò gioverà il riflettere, che ciaſcuna delle tre potenze A B, A C, A *d* può aſſumerſi a piacimento ſiccome equipollente riſpetto alle tre coppie A C, A *d*; A B, A *d*; A B, A C; ma ognuna delle menzionate forze compoſte eſercita contro il mobile A l'intero ſuo conato, conforme in appreſſo vedremo, perchè ad eſſo direttamente ſi applica, e per la ſua direzione lo ſtimola, dunque s'inferiſca, che la ſcelta arbitraria d'una, piuttoſto che dell'altra, in figura di equivalente nulla contribuiſce per accreſcere, o diminuire la ſua natural energia.

E quì ſi noti, che non ſi dubita della verità del teorema intorno le potenze equipollenti, che ora ſi compongono, ed ora ſi riſolvono. I Matematici, ed i Fiſici ſi ſono unanimamente accordati in ammetterlo, ed in farne uſo anche prima, che dal celebre Signor Daniello Bernoulli per via di chiariſſimi principj metafiſici veniſſe invincibilmente dimoſtrato. Si oſſerva, che con frequenza la Natura ſe ne ſerve, e che queſta è una delle

ſue leggi fondamentali, ché non ſoggiace ad eccettuazione. Per la qual coſa non vogliono aſcoltarſi coloro, che per ſottrarſi a qualche difficoltà, che non ſanno ſciogliere, ſon giunti per ſino a dire, (e chi potrebbe mai crederlo?) che la Natura non riconoſce la compoſizione, e molto meno la riſoluzione delle potenze, e che queſti ſono ingegnoſi artificj de' Geometri, inventati per agevolare le dimoſtrazioni.

Io non nego, che bene ſpeſſo alle potenze reali ſi ſoſtituiſcono le immaginate, che ſono ſoltanto nella mente del Matematico. Egl' imprende ad imitare la Natura, e ſcorgendo valerſi lei alle occaſioni delle forze morte equipollenti, onde da un niſo ne naſcon molti, e da molti un ſolo, crea, oſſervate le debite regole, qualche ideale conato. E con ciò null' altro ſi prefigge, fuorchè ſe quel conato, ch' egli induſtrioſamente ſi finge, in fatto operaſſe, ſuccederebbe il medeſimo effetto, che dagli equivalenti ſi genera. Dalla qual coſa non ſi conchiuda, che cotali potenze ſieno tutte parti del noſtro intelletto in qualunque incontro, quaſi che non poſſa mai darſi il caſo, che abbiano a conſiderarſi ſiccome realmente eſiſtenti, e che la Natura non ne faccia uſo, e ſovente nel ſuo meccaniſmo non entrino.

II.

Dalle potenze primitive, quando o in tutto, o in parte venga l'azion loro impedita, ne naſcono diverſe infinite derivate, delle quali per formare una giuſta idea fa di meſtieri, che diſtinguiamo due caſi. O vuolſi ſupporre, che i corpi, a cui le primitive ſi applicano, poſſano eſſer ſoggetti ad una notabile, o ad una inſenſibile compreſſione. Nel primo caſo ſiccome per ridur le coſe all' equilibrio richiedeſi un conſiderabile coſtipamento, così fa d' uopo, che a produrlo ſiaſi dalla primitiva eſercitata una finita computabile azione. Ma nel ſecondo cotale azione ſarà minima, e fiſicamente nulla, comunque la potenza derivata finita ſia. Se rimuovaſi o interamente, o in qualche parte l' oſtacolo, ch' era all' azione d' impedimento, o tutte, o molte di quelle molle, ch' eran compreſe, meſſe in libertà ſi apriranno. Per determinare la mutazione di ſtato, che s' introduce nel corpo, non baſta computare l' azione della potenza, ma è neceſſario aggiungere l' azione di dilatazione eſercitata da queſti elaſtri, la quale ſi eguaglia a quella della forza primitiva, che gli ha ſerrati. Ben è vero, che nel ſecondo caſo eſſendo così fatta azione fiſicamente minima, ci è lecito traſcurarla con ſicurezza.

Se ogni impedimento all' azione venga levato, tutte le molle caricate ſi anderan rilaſſando, onde le forze derivate o in tempo come nel primo caſo, o in un iſtante fiſico come nel ſecondo ſvaniſcono. Ma ſe un qualche oſtacolo pure rimanga, onde la potenza originaria con piena libertà non agiſca, annientandoſi molte delle potenze derivate, altre ſe ne conſerveranno in Natura, o rimanendo le ſteſſe ſenza alcun cangiamento, o ſcemando, e tal volta ancor ricreſcendo. Per avere la giuſta miſura della forza viva impreſſa ne' corpi, è ſuperfluo nel ſecondo caſo ridur a computo cotali varietà per la ragione già detta; ma nel primo come non ſi poſſono di-

mi-

minuir le potenze, ſe non s'aprongli elaſtri; nè aumentarſi, ſe vie più non ſi eſtinguono; così farà d'uopo l'aggiungere, o il levare dall' azione della potenza primitiva, quelle degli elaſtri predetti.

III.

Dalla premeſſa dottrina, ch'è più chiara della luce del mezzo giorno impariamo, che non v'ha altro criterio per diſtinguere ſe ſieno in Natura le forze derivate, ſe mantenganſi ſempre le ſteſſe, ſe ſi aumentino, oppure minorino, ſe interamente ſi annullino, ſalvo che quello, il quale è ſtato meſſo in veduta dal Signor Jacopo Mariſcotti. Si concepiſca poſto nel luogo, ove ſi dubita ſe v'abbia, o no la forza derivata, un elaſtro minimo: s'egli mantiene la ſua natural dimenſione, non v'è forza alcuna; e quando nelle dimoſtrazioni ſuppongaſi, ſarà eſſa parto della mente umana, non della Natura. Coſtipandoſi poi l'elaſtro avremo ſicuro indizio di forza, la cui grandezza ſi potrà dedurre dalla maggiore, o minore coſtipazione. Qual mutazione poi nelle circoſtanze diverſe ricevano le forze derivate l'elaſtro il manifeſterà or maggiormente ſerrandoſi, or allargandoſi, or alla ſua natural dimenſion riducendoſi.

Per dare della premeſſa teorica un qualche eſempio nella riſoluzione, tra due piani inclinati B F, B G (Fig. 26.), che facciano qualunque angolo F B G, ſia collocata la ſfera C. E' noto, che riſolvendo la gravità A C eſpreſſa pel raggio verticale nelle due C M, C N normali ai due piani, ſi avranno contro de'piani due preſſioni eſpreſſe per le ſteſſe rette C M, C N. Queſte ſono veramente in Natura, perchè due elaſtri poſti in D, E tra la ſfera, ed i piani a compreſſione ſaran ſoggetti. Si rimuova un de' piani per eſempio B G, l'elaſtro in E ſenza dubbio ſi apre, ſegno evidente, che ſvaniſce, e ſi annulla ogni potenza nel dato punto: perciò ſe di qualche problema la ſoluzione ſi deduca dalla potenza C N ſi farà uſo di un metodo de' Geometri, non di quello della Natura.

Quanto alla potenza C M, ſe l'angolo F B G ſia retto, non ſoffrirà cangiamento alcuno, perchè l'elaſtro in D reſterebbe egualmente compreſſo. Ma ſe F B G ſia acuto, l'elaſtro ſi aprirà alquanto, e per conſeguenza ſi diminuirà la potenza; all'oppoſito ſe il detto angolo ſia ottuſo, l'elaſtro vie più ſtringeraſſi con accreſcimento della preſſione. Rimoſso ancor il piano B F, poichè rimane alla gravità interamente libera la ſua azione, ſi dileguerà ogni preſſion derivata, e ritornerà l'elaſtro in D alla ſua naturale lunghezza.

IV.

Il punto ſta, che per anco non convengono i Matematici, qualmente nella teorica delle forze equipollenti abbia a ſalvarſi il gran principio, che ſtabiliſce una perfetta uguaglianza fra la cauſa piena, e l'effetto intero. Alcuni diſperando di riuſcirci non ſi ſono aſtenuti dal dire, che niente importa, che nel caſo in quiſtione ſi verifichi l'aſſioma. Altri più ragione-

vo-

voli si sono ingegnati di tener ferma l'egualità fra le potenze componenti, e composta. Condotte al diametro AD dai punti B, C, (Fig. 22.) le perpendicolari BH, CK, risolvono tanto la potenza AB nelle due AH, BH, quanto la corrispondente AC nelle altre due AK, CK. Quinci fatta riflessione, che per le proprietà del parallelogrammo hassi BH = CK, ed AH = KD, conchiudono, che la prima coppia, in cui si rinviene uguaglianza, e contrarietà, si elide, e che la seconda si congiunge, e forma l'equipollente AD. Il raziocinio sarebbe giusto, se non incorresse in una palpabile petizion di principio. Si suppone ciò, che si cerca, ed io dimando, qualmente dalla potenza AB spuntino le due AH, HB, che di lunga mano la superano, e ciò non ostante si mantenga illesa l'analogia fra le cagioni, e gli effetti.

Indarno dunque si tenta in grazia del premesso pronunziato di modificar le potenze; imperciocchè non si raccozzerà mai una ipotesi congrua, che soddisfaccia ad entrambe le verità, ed insieme le concilj. Per la qual cosa fa d'uopo, messe da canto le potenze medesime, ricorrere alle loro azioni, e vedere se per tal mezzo ci vada fatto di dimostrare, che nel comporre, e risolvere i conati la Natura del suo capitale principio non si dimentica; anzi che da esso, assunto siccome base, l'economia delle potenze equipollenti immediatamente deriva.

Io non conosco Analista, il quale facendo uso delle forze morte costanti, e variabili, o sieno reali lavori della Natura, o surrogate in via di ausiliarie per servire al metodo, nel suo vero stato non le conservi, senza accrescerle, o minorarle, e senza che gli passi per mente, che nelle particolari occorrenze a vicenda si avvalorino, o si contrastino. Escano pure in azione coll'applicarle alla durata del tempo, o alla lunghezza dello spazio, per cui il mobile si accosta ai centri delle potenze, nè punto, nè poco si diversificano; laonde le loro elementari azioni si esprimono giusta le varie opinioni per i prodotti fdt, fds, e le totali per $\int fdt$, $\int fds$. In questo mentre, stando sempre la potenza f intatta, non c'è ripugnanza, che si esercitino ora maggiori, ed ora minori le azioni, secondo che la combinazione delle circostanze permette, che la forza f stimoli una massa per tempo più diuturno, o più breve, ovvero per uno spazio più corto, o più lungo: in quella guisa appunto, che una linea, la quale cammina di traverso, col fermarsi più presto, o più tardi genera una superficie più ristretta, o più estesa.

V.

Nulla si profitta col valersi della formola fdt nella composizione, o nella risoluzione delle potenze; avvegnachè la misura delle loro azioni non può desumersi dal moltiplicare il conato nel tempo. Egli è certo, che i due nisi laterali BA, CA promovono il mobile A per lo spazietto A a in tanto tempo nè più, nè meno, quanto ce ne spende l'equivalente DA, che da essi risulta. Di conseguenza se gli effetti rispondono alle azioni delle cause operanti,

tì, cioè a dire ai prodotti delle potenze nei tempi, naſcerà l'equazione $BA \times dt + CA \times dt = DA \times dt$, o ſia $BA + CA = DA$, cioè i due lati del triangolo ABD uguali alla baſe. Il qual aſſurdo ci fa toccar con mano, che l'eſpreſſione $fdt = mdu$, o ſia $\int fdt = mu$ ci dà una legge ſecondaria ſpeſſe fiate negletta dalla Natura, la quale non ha luogo ne'moti indiretti, viene a dire qualunque volta la potenza agente ſegue una direzione, ed il corpo paziente per un altra dalle circoſtanze, come nel noſtro caſo, è coſtretto a procedere.

Reſta dunque, che per ultimo partito ſi ricorra alla formola Leibniziana $fds = mudu$, ovvero $\int fds = \frac{mu^2}{2}$, la quale è generaliſſima, non mai traſcurata dalla Natura, e che regge tanto ne'moti diretti, quanto negli indiretti. Per la qual coſa le azioni elementari ſi miſurano dai niſi ſucceſſivi delle forze morte f moltiplicate ne'minimi ſpazj ds, e le totali dalla ſommatoria $\int fds$. Gli effetti poi paſſo paſſo naſcenti s'eguagliano ai prodotti della maſſa m nel momento della velocità udu, e gl'interi alla integrale $\frac{m.u^2}{2}$; onde le forze vive generate ſi eſpongono per le maſſe nei ſemiquadrati delle velocità. Ogni altra legge ſi dimoſtrerà da me impoſſibile, quando ragionerò de'canoni, che regolano le comunicazioni de'movimenti, e di vantaggio avvertirò, che la vera miſura delle azioni ſi deſume dalla quantità $\int fds$, e che la corriſpondente $\frac{m.u^2}{2}$ da eſſa neceſſariamente deriva di conſeguenza.

VI.

Quì mi ſi fa incontro il P. Balaſſi nella ſua diſſertazione delle forze vive, inteſo a ſoſtenere ad ogni coſto la ſentenza de' Carteſiani. Per me penſo, che pochiſſimo ci voglia, perchè il detto Padre diventi un ottimo Leibniziano. A buon conto egli è convinto, che non biſogna far uſo della oppoſizione fra le pure potenze, ma che indiſpenſabilmente deggionſi prender di mira le azioni delle potenze medeſime da chi ſi propone di conſervare indenne l'analogiſmo tra le cagioni, e gli effetti. Muove un ſecondo paſſo, e non ſi fa forte ſulla formola $fdt = mdu$ tanto inculcata dai Matematici di Francia, e d'Inghilterra; mercè che ha conoſciuto, che manca, e non ſi verifica ne'movimenti indiretti. Si accoſta per tanto al Leibnizio, e ſi appoggia al canone capitale $fds = mudu$, ed avrebbe afferrata la verità, ſe nella ſua purità mantenuto l'aveſſe, ſenza metterci mano, e diſguiſarlo. Come dunque egli ſi comporta? Divide per la velocità u ambo i membri dell'

dell'equazione, e ne viene $\frac{fds}{u} = mdu$, indi si fa strada all'integrazione $\int \frac{fds}{u} = mu$. E conciossiachè nell'omogeneo di comparazione appare la quantità del moto mu, dalla quale secondo lui si piglia la stima delle forze vive, due conseguenze ne cava: la prima, che le minime azioni si misurano dalla flussione $\frac{fds}{u}$, ed il cumulo dalla somma $\int \frac{fds}{u}$: la seconda, che non essendo soggetto ad eccettuazione in qualsivoglia genere di movimento il canone $fds = mudu$, è fornito d'un pari privilegio anche il surrogato $\frac{fds}{u} = mdu$.

Ed ecco l'ultimo refugio, a cui il P. Balassi riduce il Cartesianismo. Io non so, se i suoi Compagni d'Italia, ed oltre i monti si prevaleranno di questo tardo soccorso; so bene, che a nessuno è caduto in pensiero di risuggire a così strano partito. Resteranno sopraffatti gli Analisti, qualora per l'avvenire avranno a maneggiare la nuova formola. Imperciocchè se si tratterà dei moti diretti sostituendo in vece di $\frac{ds}{u}$ l'equivalente differenza del tempo, cioè dt, ricaderanno nell'antica $fdt = mdu$, che siccome troppo limitata dal nostro Autore non si adotta. Se poi ci si presenteranno i movimenti indiretti, si rifletta essere ds lo spazietto, cui s'applica la potenza f, ed u la velocità, colla quale la massa m cammina con un altra direzione, e per uno spazio affatto diverso, ch'io chiamo ds. Essendo per tanto $u = \frac{ds}{dt}$, fatta la surrogazione, l'egualità si trasformerà nella seguente $f \frac{ds\ dt}{ds} = mdu$. Io dimando qual costrutto sieno per trarre i Geometri da questa formola imbarazzata di quattro elementi, e come verranno in cognizione dell'aggregato delle azioni esposto dall'integrale $\int f \frac{ds\ dt}{ds}$.

Facciamo un cattivo cambio surrogando questa espressione alla Leibniziana, in cui domina la semplicità, ed in cui la spezie s, e la sua flussione ds dinotano gli spazj crescenti, ai quali applicandosi la forza morta f esponente il conato, o sia la potenza sollecitante in qualsisia punto, obbliga la massa inerte m a cangiare stato, e ad acquistar passo passo nuovi gradi di forza viva-

VII.

E quì viene a feſta la bella avvertenza del Sig. Jacopo Mariſcotti nelle ſue Annotazioni alla citata Diſſertazione del P. Balaſſi, che fa di meſtieri accuratamente diſtinguere gli elementi, che ſtanno dalla parte della cauſa da quelli, che all'effetto unicamente appartengono, e che non biſogna confonderli; perchè in tal guiſa ſi turba da capo a fondo l'economia della Natura. Da tal metafiſico ed evidente principio ſiamo convinti, che la potenza f entra ſenza dubbio nella cagione operante, ma non già ſola; atteſo che il conato, che non ſi ſviluppa, perſiſte in figura di forza morta, e ſiccome tale non è capace di produrre cangiamento di ſtato, che s'introduce, qualunque ſiata il niſo non ſe ne ſta ozioſo, e ſtimola coſtantemente il corpo, per uno ſpazio infiniteſimo. Per la qual coſa il prodotto fds miſura l'azione elementare, e la ſomma $\int fds$ l'aggregato di tutte le minime azioni, e conſeguentemente la forza viva; laonde le aſſegnate quantità non vogliono con qualſivoglia grandezza eſtranea modificarſi, mentre ſiamo inteſi a determinare la vera, e germana energìa delle azioni. All'incontro egli è certo, che la maſſa m, di cui ſi vince l'inerzia, va computata nell'effetto, e lo ſteſſo dee dirſi del momento della velocità udu, da cui dipende la mutazione di ſtato, alla quale la detta maſſa ſoggiace. E ſe così è, s'inganna il P. Balaſſi, qualora parte per la celerità u la fluſſione fds, ed eſtima il vigor delle azioni, e degli effetti dalle formole $f\frac{ds}{u}=mdu$, $\int f\frac{ds}{u}=mu$. E vaglia il vero, chi mi vieta di ſervirmi di un'altra equivalente eſpreſſione, onde meglio appaja l'aſſurdo? Piglio anzi gli occhi l'equazione $fds=mudu$, che integrata mi dà $2\int fds=mu^2$, ovvero $\sqrt{2.\int fds}=\sqrt{m}.u$, e moltiplicati amendue i membri per $\sqrt{m}$ haſſi $\sqrt{m}\sqrt{2.\int fds}=mu$. Secondo il noſtro Autore la quantità del moto mu, che ci eſpone la forza al mobile comunicata, eſauriſce ſiccome effetto tutta la virtù della propria cauſa, cioè a dire dell'azione, la quale può del pari eſprimerſi per $\int f\frac{ds}{u}$, o pure per $\sqrt{m}.\sqrt{2.\int fds}$. La prima magnitudine viene affetta dalla velocità u, e la ſeconda dalla maſſa m, ed entrambe paſſano dall'effetto a modificar la cagione. Ora io dimando, come nell'azioni ci poſſa mai entrare la maſſa paziente, che corredata d'inerzia è ſoltanto atta a ricevere in ſe ſteſſa l'azione. A cagion d'eſempio abbianſi due elaſtri, eguali, e rinſerrati da eguali

forze. Nell' aprirſi, ſe ſaranno dotati di perfetto vigor di molla, reſtituirranno belle ed intere le forze, che ſi ſono ſpeſe in comprimerli. Sono eſſi forſe indovini a quali maſſe applicar ſi vogliano, e quali celerità ſieno per imprimere alle maſſe medeſime? Con qual meccaniſmo dunque ſi comporteranno nel regolare le loro azioni aumentandole o diminuendole, per modo che in vece d'eſſer pari ſtiano in ragione reciproca delle velocità, o diretta dimidiata delle maſſe? Da cotali incongruenze ſe ne va immune il canone Leibniziano; avvegnachè non ſi meſce ciò, che riſiede nella cauſa con ciò, che ſi traſfonde nell' effetto. Frequentemente la potenza f daſſi, maſſime nelle forze centrali, e nelle molle, per una qualche funzione dello ſpazio s, e l'efficacia dell'azione ci ſi rende nota dall'aja curvilinea $\int fds$ per via delle integrazioni o analitiche, o traſcendenti. Dall' altro canto il vigore, che paſſa nell'effetto, ſi deſume dalla forza viva partecipata al mobile, che ſi eſpone per il prodotto mu^2. Ed è notabile verificarſi in qualunque caſo l'analogia $\int fds : \int Fds :: mu^2 : MV^2$, e ſe per ſorta ſi ha $\int fds = \int Fds$ ſarà altresì $mu^2 = MV^2$, e conſeguentemente gli effetti pigliano norma dalle proprie cagioni, che a generarle s' impiegano, e ad eſſe puntualmente riſpondono.

VIII.

Il ſubbietto richiede, che ſi eſamini, qualmente ſi comportino le potenze agenti o ſeparate, o congiunte. Le diverſità, che anderò eſponendo, naſcono dalla differente applicazione, e l'applicazione dalla varietà degli angoli con cui s' incontrano: ſtando però ſempre fermo il prncipio fondamentale, che le azioni delle componenti BA × Ap + CA × Aq (Fig. 22.) ſi eguaglıano a quella della compoſta DA × Aa. Se l'angolo BAC è retto, ognuno comprende, che atteſa la noſtra preparazione il rettangolo infinitеſimo Apap e ſimile al finito ABDC. Quinci le due funi elaſtiche SA, TA, o operino da ſe ſole, ovvero unitamente traſportino nel tempo ſteſſo il mobile A per lo ſpazietto Aa; in ambo le circoſtanze ſi accorcieranno, la prima per l'elemento Ap, e la ſeconda per l'elemento Aq. L' angolo retto pertanto è privilegiato, mercè che non ſi alterano punto le contrazioni, o ſi accoppino inſieme le due cordicelle, o ſi laſci, che fra loro diſgiunte s'impieghino.

Non così ſuccede poſto l'angolo BAC acuto. Io noto, che perſeverando nel loro ſtato le forze laterali BA, CA, l'equipollente AD ſi aumenta ſino a divenire uguale alla lor ſomma AB+AC, mentre foſſe infinitamente acuto il predetto angolo BAC, e le potenze ad eſſere coſpiranti ſi riduceſſero. Per avere il parallelogrammo elementare Aman ſimile allo ABDC fa d'uopo condurre la retta am parallela alla qA, e la an parallela alla pA oſſervando, che Am è minore di Ap, ed An di Aq. E giacchè la potenza diagonale Aa equivale alle due componenti Am, An; accaderà, che le tre po-

potenze BA, DA, CA applicate ciaſcuna da ſe alla maſſa A la condurranno in tempi pari per le fluſſioni Am, Aa, An, e conſeguentemente le ſinicelle SA, TA ſi reſtringeranno per gli ſpazj minimi Am, An. Ma ſe ſono obbligate ad agire di conſerva contro il corpo A, ſi diſpongono ad eſercitare maggiori azioni in dato tempo; avvegnachè per le differenze Ap, Aq di rannicchiarſi ſono coſtrette. Ciò non puote attribuirſi, ſalvo che alla varia poſizione delle corde, l'energìa delle quali in ſe ſteſſa nè molto, nè poco alterandoſi, ne ſegue, che ſi applichi ora più, ed ora meno, ed accompagni il mobile A ora con maggiori, ed ora con minori contrazioni, ſecondo che l'angolo BAC o ſi ſerra, o ſi apre.

Per la qual coſa non mi ſoſcrivo al parere di que' Matematici, e maſſime del Bulfingero, il quale per mettere a coperto la teorica Leibniziana intorno le forze vive, che per mezzo dell' azioni ſi mantiene illeſa, pretende, che le potenze BA, CA ora ſi avvalorino, ora ſi contraſtino, e tal fiata operino bensì unite, ma ſiccome indipendenti l'una dall' altra giuſto la loro differente inclinazione. Nell'ipoteſi dell'angolo acuto BAC egli è manifeſto, che la CA non ſoccorre la BA, o al roveſcio; perchè paſſando per cagion d'eſempio una qualche parte del vigore della prima nella ſeconda, quanto ſi aumenterebbe l'azione della potenza BA, altrettanto ſi diminuirebbe l'azione della compagna CA. Eppure amendue unitamente eſercitano maggior azione di quella, che eſerciterebbero ſeparate.

Se poi l'angolo BAC ſi allarga ſino a divenire ottuſo, i reſtringenti Ap, Aq delle ſinicelle ſono minori di Am, An, ed in tale incontro vanno paſſo paſſo ſcemando le azioni laterali, e decreſcendo altresì quella della potenza equipollente.

IX.

Sembrerà ſtrano, che le potenze congiunte, che non poſſono andar immuni da oppoſizione, eſercitino in un dato tempo azione eguale, ed anche maggior di quella, che opererebbero ſeparate, quando nulla oppoſizione interviene. Ottimamente ci ha ammoniti il lodato Signor Mariſcotti, che ſa d'uopo guardarci da un equivoco, addoſſando a ciaſcuna d'eſſe potenze ſegregate, e liberamente operanti una maſſa eguale alla maſſa A, a cui di conſerva ſi applicavano. E' coſa chiara, che ſi fanno agire contro una maſſa doppia, la quale ſi obbliga a cangiare ſtato, e che deggiono modificarſi le azioni a proporzione della inerzia due volte tanto accreſciuta. Si noti dunque, che la potenza equipollente AD, che promove la maſſa A per lo ſpazio Aa, conſta di due membri AH, AK, ognuno de' quali in particolare ſi adopera nel far mutare ſtato non a tutta la maſſa A, ma ad una determinata porzione, che al ſuo vigore corriſponde: adempiuta però la condizione, ch'eſſe maſſe parziali $m+n=A$, che ſi conſiderano come diſgiunte, vengano ſtimolate dalle potenze AH, AK in tempo pari per lo ſteſſo ſpazietto Aa. E giacchè $AH \times dt = mdu$, $AK \times dt = ndu$, eſſendo che ſcorſo lo ſpazio comune Aa in tempi eguali ſi acquiſtano velocità pari; ne ſegue, che

sia $\frac{AH}{m} = \frac{AK}{n}$; dunque AH: AK:: m: n. Quindi fa d'uopo dividere la

massa A in due parti m, n in ragione delle potenze AH, AK, e concludere, che ciascuna d'esse potenze sollecita al moto quella porzione della massa A, che al suo nisо è proporzionata.

Dietro la scorta del Sig. Mariscotti facciamo, che le potenze laterali AB, AC (Fig.25.) agendo separatamente, e con tutta la loro energìa si applichino alle masse m, n, e nel tempo medesimo le trasportino, la prima da A in g, e la seconda da A in h. Anco in questa ipotesi avremo BA × dt = mdu, CA × dt = ndv, e dalla doppia equazione risulterà l'analogia

$\frac{BA}{m} : \frac{CA}{n} :: du : dV :: Ag : Ah$, ovvero (Fig.22.23.) $\frac{BA}{AH} : \frac{CA}{AK} :: Ag : Ah$, essendo $m : n$ :: AH : AK. Paragono ora le due azioni della medesima forza morta AB prima libera, e poi impedita. Nel primo caso la sua azione si ha dal prodotto BA × Ag; nel secondo dal prodotto AH × Aa. Ma essendo Ag, Aa spazietti dalla stessa massa m in egual tempo passati, saranno in ragione delle potenze AB, AH; dunque le nominate azioni sono in ragione di $\overline{AB}^2 : \overline{AH}^2$, cioè in duplicata delle potenze AB, AH: conclusione che si adatta parimente alla potenza AC, quando agisce ora da se sola, ed ora congiunta colla potenza AB. Egli è fuor di dubbio, che le due potenze AB, AC, tenute ferme le masse $m + n$ = A, e la loro distribuzione in ragione de'conati equipollenti AH, AK, esercitano maggior azione in comunicando il moto separatamente a ciascuna delle masse m, n, e minore più, o manco quando ad agire contro il mobile A in figura di potenze componenti si accoppiano.

Dalle cose dette parecchi corollarj cavar si potrebbero, alcuni de'quali nel luogo citato dal P. Riccati sono stati dedotti. Il più magistrale si è, che nella composizione delle potenze determinate a non impiegare le azioni intere, che ad esse operanti liberamente competono, si anno a distinguere due generi d'impedimenti per ciò, che concerne l'imprimere nel corpo A il moto di traslazione. Il primo è generale, qualunque sia l'angolo BAC (Fig.22.), purchè non infinitamente acuto, nel qual caso le due potenze siccome cospiranti vicendevolmente non si frastornano, ed esercitano tutto il loro vigore. Il secondo nasce, qualunque fiata interviene, che una delle potenze, per esempio AC, formi colla equipollente AD un angolo ottuso. Questa ipotesi porta, che per aver l'azione della potenza diagonale, non si pigli la somma delle azioni laterali, ma bensì la lor differenza. E la ragione si è, perchè va tolta la somma, quando amendue le funicelle BA, CA si accorciano nel promovere la massa A, ed all'incontro la differenza, qualora restringendosi la corda BA, l'altra CA si distende: lo che succede mentre le rette AC, AD formano l'angolo ottuso CAD.

X.

Pel punto *a* meniſi la *ras* normale alla direzione AD. Le due potenze AB, AH applicate alla ſteſſa maſſa *m* le farebbero in dato tempo percorrere ſpazj in ragione delle ſteſſe potenze; dunque ſe A*a* ſia lo ſpazietto paſſato dalla maſſa *m* animata dalla potenza AH, A*r* ſarà quello, che paſſerà nello ſteſſo tempo ſollecitata dalla potenza AB: quindi le due azioni ſi eſprimeranno per AH × A*a*, AB × A*r*: ma la ſeconda è l'azione della potenza AB, che agiſce liberamente, l'altra eguaglia l'azione AB × A*p* della ſteſſa potenza agente in egual tempo con l'impedimento; dunque l'azione, che nel dato tempo reſta impedita, ſarà = AB. $\overline{Ar - Ap}$ = AB. *pr*.

Concepiamo, che una pari azione venga eſercitata da una potenza normale alla AD, e di queſta ſteſſa potenza cerchiamo il valore. Egli è manifeſto, ch'eſſa ſi applica allo ſpazietto *ar*; dunque dividendo AB. *pr* per *ar*, il quoziente indicherà la ricercata potenza. Per la ſimilitudine de' triangoli AHB, *apr* ſarà *pr* : *ar* :: BH : AB; dunque $\frac{AB.\ pr}{ar}$ = BH, la quale, ſiccome per altri metodi eraſi ritrovato, è la potenza nella direzione normale alla AD. Le ſteſſe coſe ſi adattino ancora all'altra potenza AC.

Ricavo come per corollario il ſeguente canone univerſale, cioè che le potenze derivate anno ſempre origine da una qualche azione impedita, e per ritrovarle, baſta cotal azione dividere per quello ſpazietto, a cui eſſe di fatto ſi applicherebbero.

Si avverta, che le due lineette *ar*, *as* ſono in ragion reciproca delle maſſe *m*, *n*. Lo dimoſtro. Stà *ar* : *as* in ragion *ar* : A*a* : : BH : AH
compoſta A*a* : *as* : : AK : KC
dunque, eſſendo BH = KC, ſi averà *ar* : *as* :: AK : AH : : *n* : *m*, cioè in ragion inverſa delle maſſe, come ſi dovea dimoſtrare.

Tra le maſſe *m*, *n*, ſi collochi un elaſtro. Se queſto ſia di nulla rigidità, e forza di molla guarnito, trattanto che il centro delle maſſe ſcorre la A*a*, farebbeſi dilatato per gli ſpazietti *ar*, *as*, e le maſſe *m*, *n*, ſi ritroverebbero ne' punti *r*, *s*. Ma ſe di qualche elaſticità ſia dotato, le ſue dilatazioni faran minori, ma ſerberanno ſempre la ragion reciproca delle maſſe, cioè la diretta degli ſpazietti *ar*, *as*. Finalmente quando la rigidità dell'elaſtro infinita ſia, le maſſe *m*, *n* non partiranno dal punto *a*. Per qualunque verſo ſi girin le coſe, a chi ha trovata la verità, ritornano ſempre mai legittime le conſeguenze.

CA-

CAPITOLO DECIMOSETTIMO

Della conservazione della forza.

I.

VOrrei sperare di non aver gittato il tempo, e la fatica nel confermare con replicate riflessioni alquante verità fondamentali della Fisica, le quali o ignorate, o mal intese, o contraddette sono l'origine d'innumerabili errori, e quanto più si crede di acquistar nuove cognizioni, tanto meno si penetra ne' reconditi magisteri dalla Natura. Non è andato interamente lungi dal vero il celebre Renato Cartesio, quando ha giudicato doversi la stessa quantità di forza mantenere, acciocchè la Natura non divenga a poco a poco più fiacca, e perda il primitivo vigore. Da cotal principio però a contrattempo applicato quali strane conseguenze non son derivate? Egli, che costituiva la forza nella quantità del movimento, ha formate, come ognun sa, alcune regole per la comunicazione del moto, che sono dalla sperienza state convinte di falsità, e da suoi medesimi Discepoli ripudiate.

Accettarono questi di buon grado le leggi prodotte dal Vallis, dall' Ughenio, e dal VVrenno; e non ostante furon d'avviso, che si salvassero egualmente i due principj del loro Maestro. Imperciocchè le vere leggi fortunatamente insegnavano, che quella quantità del movimento, che si avea prima dell'urto, anche dopo intera si manteneva. L'idea a prima vista sembra plausibile; ma esaminata con diligenza al buon discorso non regge, e cade in contraddizione. Lascio di considerare, che ad aver la quantità della forza fa di mestieri prender la differenza delle quantità del moto, allorchè si trovan contrarie: divisamento, che più si accosta alla immaginazion de' Geometri, che all'operazioni della Natura.

In effetto se due corpi molli vengano al congresso con celerità, che sieno in ragion reciproca delle masse, e si fermino come realmente succede dopo la collisione, sono essi costretti di confessare, che le due forze eguali, e contrarie, che v'eran prima, si distruggono, e vanno in nulla. Muovano frattanto un'altro passo, e c'insegnino, qualmente si ripari il discapito, e si supplisca alla forza perduta. Se nell'urto contrario de' corpi molli perisce forza, e non c'è mezzo fisico per ristorarla; ogni giorno si altera il sistema, ed il Mondo d'oggi non è quello, che fioriva alquanti secoli addietro. Così la Natura sempre più languisce; imperocchè dal principio delle cose fino ai nostri tempi la materia si trova spogliata d'una buona parte di quella forza, che in lei risedeva, e peggio succederà negli anni venturi, in cui si mostrerà passo passo più fiacca, e fornita di minor energia: laonde estenuato a poco a poco il vigore delle cagioni, si debiliteranno proporzionatamente gli effetti.

Si

Si dirà forse, che il Sommo Facitore del tutto, per non lasciare andar a male la stupenda Macchina da lui fabbricata, sta sempre inteso a risarcire i danni, e che quanta forza si annienta, altrettanta ne riproduce, supplendo in tal guisa alla impotenza della materia, che da se stessa è inabile a generar forza. Un tal sutterfugio è venuto in pensiero al Cavalier Newton intento a salvare, che i Pianeti non discapitassero ne' periodi regolari delle loro rivoluzioni, non ostante la continua resistenza del fluido celeste, a traverso del quale si fanno strada. S'era immaginato, che Dio desse di quando in quando una riveduta alla sua grand'Opera, e ne toglieste i disordini, e ne acconciasse i difetti altronde non reparabili, a cui la struttura materiale imperfetta di sua natura inevitabilmente soggiace. Bramerei, che un Fisico qualunque fiata non fa sviluppare un qualche nodo, si guardasse dal far comparir sulla scena l'Autore dell'Universo, quasi che le regole prestabilite nella prima origine delle cose fossero insufficienti, onde restasse egli obbligato ad operare alla giornata con volontà particolari a guisa d'un imperfetto Artefice, che non leva mai le mani dal lavoro.

II.

Mal si appongono i seguaci del Cartesio nel credere, che le forze vive lottanti con moti contrarj vicendevolmente si elidano, e che insieme nel contrasto equilibrate si annientino, ed i corpi si riducano alla quiete: massimamente che per i principj de' lodati Scrittori nell'ammaccare neppur un minimo grado di forza si spende. Ma come poi le dette forze nel congresso onninamente annullate tornano a risuscitare ne' corpi elastici? E' forse privilegio delle molle il crear nuova forza? Io per me pensava, che rimettessero la ricevuta: altrimenti sarebbe di mestieri, che guarnite di giudizio teneffero ben a memoria la forza annientata per farla rinascere, e per puntualmente restituirla. Diremo piuttosto non importare, che le forze in apparenza contrastanti siano eguali, o ineguali, purchè le loro azioni talmente si temperino, che dopo la mutua percossa nulla di forza viva rimanga.

In ciò parimenti s'ingannano gli Avversarj, i quali metton l'equilibrio tra le forze primitive, che pugnando l'una contro l'altra reciprocamente si distruggono. Ma il vero equilibrio, e la legittima uguaglianza non s'instituisce dalla Natura, se non se tra la causa piena, e l'effetto intero. Nel caso nostro le forze nell'ammaccature consunte sono eguali, anzi le medesime colle vive, da cui erano impressionati i mobili avanti 'l congresso: ed in ciò consiste il perfetto equilibrio tra la cagione generante, e l'effetto generato.

La sperienza ci documenta, che venendosi incontro le palle A, B di molle creta colla quantità del moto $AV = BU$, indi le masse C, D colle altre due quantità del moto $C\mu = D\mu$, in ambi gli urti si fermeranno bensì; ma quantunque tutte quattro esse grandezze sieno eguali, non si aspetti di vedere i globi egualmente costipati. Ci sarà una notabile discrepanza palese agli occhi ne' seguenti solidi spianati dall'impeto delle percosse: segno manifestissimo, che gli effetti non prendon norma dalle quantità pari del movimento.

Ogni

Ogni cosa camminerà a festa, se misurinsi le forze alla foggia Leibniziana. Posso fare, che i loro aggregati, cioè per una parte $\frac{AV^2+BU^2}{2}$, e per l'altra $\frac{Cv^2+Du^2}{2}$ si rispondano in qualsivoglia ragione di maggiore, o di minore inegualità, a cagion d'esempio come $n:1$, assumendosi la specie n per una magnitudine quanto si possa essere, o grande, o picciola. Io bramerei, che i sostenitori della opposta sentenza mi sviluppassero questo nodo; conciossiachè se diranno, che intanto si vedono minori le contusioni, in quanto forze più fiacche vi si consumano, ho senz'altro vinta la lite; e queste forze disuguali producenti effetti sensibilmente diversi non an che fare colle quantità del moto, che si suppongono eguali. A quali cause sieno per ricorrere affine di soddisfare al fenomeno, mentre si asterranno probabilmente dal valersi delle forze computate alla Leibniziana; lo cerchino coloro, che adattano ostinatamente ad ogni gruppo il suo cuneo.

III.

Il Problema indicato ha qualche cosa di singolare, e merita che se ne accenni la soluzione. Giacchè $AV^2+BU^2 : Cu^2+Du^2 :: n:1$, facendo uso delle tre equazioni d'ipotesi $AV=BU=Cu=Du$ otterrò, che svaniscano dall'analogismo o le quattro velocità, o pure le quattro masse; conciossiachè $\frac{A^2V^2}{B}=BU^2$, $\frac{A^2V^2}{C}=Cv^2$, $\frac{A^2V^2}{D}=Du^2$. Appresso avrassi $\frac{AV}{U}=B$, $\frac{AV}{v}=C$, $\frac{AV}{u}=D$. Sostituiti nella premessa analogia i valori in tal guisa scoperti, sarà $AV^2+\frac{A^2V^2}{B} : \frac{A^2V^2}{C}+\frac{A^2V^2}{D} :: n:1$, ovvero $\frac{1}{A}+\frac{1}{B} : \frac{1}{C}+\frac{1}{D} :: n:1$. Inoltre $AV^2+AVU : AVv+AUu : n:1$, o sia $V+U : v+u : n:1$. Quì si rifletta alla proporzione $AV^2+BU^2 : Cv^2+Du^2 :: V+U : v+u$, la quale ci manifesta, che le duecoppie di forze vive sono come le somme delle velocità respettive: proprietà, che non era da trasandarsi.

Passo all'equazioni $\overline{B+A} \times CD = \overline{C+D} \times nAB$, $V+U=nv+nu$, in ognuna delle quali abbiamo quattro quantità differenti, e per proseguire l'inchiesta, due per ciascuna formola deggiono ad abitrio assumersi siccome date, e lasciare le altre due in figura di variabili; onde risultino le curve locali appropriate al nostro Problema. Egli è vero, che quattro termini accoppiati a due a due ci danno sei diverse combinazioni:

ma

ma comunque la cosa si prenda, ne nasce, che la prima espressione sarà sempre all'iperbola Apolloniana fra gli assintoti, e la seconda al triangolo.

Fermandomi sulla prima scelgo il caso più semplice. Sien costanti le masse A, B, e fluenti le C, D, e presentandosi l'equazione $CD = \overline{C+D} \times \frac{n\,AB}{A+B}$, ci verrà fatto di costruirla nella seguente maniera. Nell'asse EFL (Fig. 27.) segno il punto F, e metto a destra, e a sinistra due linee cognite FE, FG ambe $= \frac{n\,AB}{A+B}$, indi ne' punti E, G alzo le normali EN, GI, ciascuna d'esse eguale a FE, o sia FG, e poscia tiro la retta NOP parallela ad EFL, e per ultimo la perpendicolare OFQ. Descritta fra gli asintoti FQ, FL l'iperbola SIM, che passi per il punto I; dico, ch'esposta la massa C per l'assissa qualunque NP, l'ordinata PM ci darà il valore della massa D.

Corollario. La massa C espressa per l'assissa NP dee necessariamente superare la linea NO; perchè se fosse minore, l'altra massa corrispondente $= D$, atteso l'andamento de' rami iperbolici, o sarebbe immaginaria, o negativa: lo che apertamente ripugna alla natura della materia, che debb' essere indispensabilmente reale, e positiva.

Soggiungo un esempio. Sia $A = 1$, $B = 2$, e l'indice n della proporzione fra le menzionate forze vive pongasi $= 4$, ed avremo $\frac{n\,AB}{A+B} = \frac{8}{3}$.

Tagliasi a piacimento l'assissa variabile $NR = C = 3$ (con qualunque altro valore anco irrazionale, o trascendente si contrassegni la massa C, si dedurrà sempre la medesima conclusione) indi ripetuta l'equazione $CD = \overline{C+D} \times \frac{n\,AB}{A+B}$, o sia $D = \frac{n\,ABC}{AC+BC-n\,AB}$, scopriremo l'ordinata $Rs = D = 24$. Ora qualsivoglia delle quattro velocità, per esempio V, si determini come più ci aggrada facendola $= 4$, e così le altre tre ci si manifestano, atteso la supposta eguaglianza fra le quattro quantità del moto; onde si ha $U = 2$, $v = \frac{4}{3}$, ed $u = -\frac{1}{6}$. Quinci le assegnate limitazioni ci danno l'analogia $AV^2 + BU^2 = 16 + 8 = 24 : Cv^2 + Du^2 = \frac{16}{3} + \frac{2}{3} = 6 :: n = 4 : 1$, lo che etc.

Dell'altra proporzione $V+U : v+u :: u : 1$, ó della equazione $\frac{V+U}{u} = v+u$, luogo, che preſe per coſtanti due d'eſſe velocità a cagion d'eſempio V, U, e le altre due v, u ſiccome indeterminate, appartiene alla linea retta, non faccio parola; eſſendo facile a maneggiarſi, a guiſa dell'antecedente.

Non ci è pertanto diſdetto, ſtando ſalda l'uguaglianza fra le mentovate quantità del moto, di far sì, che una coppia di forze vive Cv^2+Du^2 meſſa a confronto coll'altra AV^2+BU^2 ſia quanto ſi voglia minore. Inoltre ſi può fare valendoſi del metodo di ſopra eſpoſto, che la quantità del movimento $Cv = Du$ ſuperi di lunga mano la $AV=BU$, e che ciò non oſtante la ſomma delle forze Cv^2+Du^2 ſia dell'aggregato AV^2+BU^2 a noſtro beneplacito più picciola. Anche nel caſo addotto le contuſioni fra le due maſſe molli C, D ſi riducono a tale, che riſpetto a quelle de' due corpi A, B ſi rendono appena ſenſibili. Non eſſendoci dunque corriſpondenza di ſorta tra le forze miſurate dalle quantità del movimento, e le ammaccature, le quali a detta de' Carteſiani altro non ſono, fuorchè veſtigj, ed impronti laſciati da eſſe forze nell'atto, che ſi diſtruggono ſcambievolmente, e che dovrebbono avere una qualche congrua relazione all'energìa delle cauſe, da cui dipendono; ſiamo coſtretti ad adottare le forze Leibniziane, che di vive ſi convertono in morte, ed in tutto, o in parte nel coſtipare s'impiegano, ſervata in qualunque incontro la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti.

Per la qual coſa l'eguaglianza tra le quantità del moto non ſi reputi la vera, e legittima cauſa, per cui i corpi dopo il congreſſo s'arreſtano. Fa d'uopo ricorrere ad altri principj: ſebbene la menzionata egualità fra i movimenti direttamente contrarj è un ſegno, che accompagna ſempre l'effetto, e ci aſſicura di ciò, che le dee infallibilmente ſuccedere. E la ragione ſi è, che le quantità de' movimenti anno una ſtretta relazione coi tempi, che nella doppia contuſione s'impiegano. Alle quantità di moto eguali i tempi eguali riſpondono: ed i tempi pari ſono un requiſito onninamente neceſſario per ottenere, che ambe le forze vive interamente nell'ammaccare ſi ſpendano. In ordine a ciò il premeſſo canone, che ci ſerve d'indizio, ſi collochi fra le leggi ſecondarie della Natura, che dalle principali immediatamente derivano.

V.

Ma in qual ſenſo deve riceverſi il principio del Carteſio, che la ſteſſa quantità di forza ſi mantenga ſempre in Natura? Per ben intenderlo mi convien premettere un'importante avvertenza, e queſta ſi è, che le potenze tutto che non agiſcano, pure ſon dotate d'una facoltà d'eſercitare una determinata azione, e non più, la quale per eſprimerci in avvenire con più brevità poſſiam chiamare azione in potenza. Sia a cagion d'eſempio l'elaſtro CB non compreſſo (Fig. 28.), e raccomandato all'oſtacolo immobile DE.

Ven-

Venga la palla A animata da un grado dato di forza viva, che lo ſerri a miſura del ſuo vigore, e dopo averlo ridotto alla dimenſione BI ſi trovi eſſa di tutta la ſua forza ſpogliata. In tale ſtato di coſe metto l'oſtacolo KL immobile, e faccio sì, che tanto la molla, quanto la ſfera perſiſtano in una eterna quiete. So che la maſſa A di forza viva è onninamente ſfornita, avendola tutta impiegata nell'effetto di chiuder la verga elaſtica. So, che non può ricuperarla, ſe l'elaſtro non ſi apre, e contro la ſfera A non eſercita la ſua azione. So di più, che qualunque fiata, anco da quì a mille anni ſi toglie di mezzo l'intoppo KL, preſcindendo da alcune fiſiche circoſtanze, che coll'andar del tempo debilitano la virtù elaſtica, le coſe allo ſtato primiero ritornano, e l'intera forza perduta al mobile A ſi reſtituiſce.

Dimando ſe le fibre coſtipate, e riſtrette violentemente, che compongono la molla BI coſtituita in ripoſo, poſſano riputarſi inerti, e di quella perizia dotate, che ad eſſa conveniva ſotto la dimenſion naturale BC. Se tali foſſero, dominando l'inerzia accoppiata colla quiete, ripugnerebbero ad ogni mutazione di ſtato, ſe non veniſſe introdotta per avventura da una forza eſtranea, che qui non ſi vede aver luogo. Levato dunque l'appoggio KL tanto e tanto ſe ne ſtarebbero immote, come ſe la verga in un attimo di elaſtica foſſe divenuta perfettamente molle. L'aſſurdo è troppo manifeſto: per la qual coſa non può negarſi, che nell'elaſtro ſi concentri energìa, in qualſivoglia maniera ciò avvenga, e tanta energìa, nè più, ne meno, quanta equivaglia alla forza viva, da cui prima dell'azione il globo A era animato. E la ragione ſi è, perchè ſiccome la molla è ſtata capace di eſtinguere nel corpo A la forza viva, e quaſi direi di aſſorbirla; così è prontiſſima a ſarne la totale reſtituzione. In tal guiſa la forza della palla A, che da principio fa figura di cauſa, e nell'effetto di rannicchiare la verga ſi adopera; quando la molla ſi ſpiega, permutate le vicende il ſuo vigore ſi converte in cagione, e la forza viva dal corpo A riacquiſtata in effetto. Dovendo per tanto indiſpenſabilmente ſtar ſalda l'uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti, convien ſenza eſitazione affermare, che l'azione in potenza, la quale nell'elaſtro ſi trattiene, ſia equipollente alla forza viva, di cui la palla A era guarnita.

VI.

Premeſſa così ſatta avvertenza io dico, che la quantità della forza viva eſiſtente ne' corpi dotati di movimento non è in Natura ſempre la ſteſſa, ora diminuendoſi, ed ora accreſcendoſi; ma ſe a queſta ſi aggiunga la quantità di tutte le azioni in potenza ſparſe per l'Univerſo, ne riſulterà una ſomma invariabile ſempre, e coſtante. L'azioni in potenza, di cui parliamo, ſi poſſono chiamare ancora nel ſuo buon ſenſo forze vive in potenza; perciocchè in quella guiſa, che è l'azione, è lecito concepire anco l'effetto, che è la forza viva. Si è ricevuto comunemente il principio della conſervazion delle forze vive, da cui è derivata la ſoluzione d'infiniti aſtruſi pro-

blemi. Il principio è vero, quando per forza viva s'intenda non quella ſolo, che eſiſte, ma quella eziandio, che è in potenza.

Verrò interrogato come vada la faccenda nelle forze vive, che nelle contuſioni de' corpi molli almeno apparentemente ſi conſumano, non rimanendo ne' corpi ammaccati alcuna vigoria per rimetterle. Per rimuovere la oppoſizione, che ha il ſuo peſo, affermo, che in que' corpi ancora, cui noi diamo nome d'inerti, egualmente che negli elaſtici, coll'urto vengono caricate le molle. Queſte però o ſi reſtituiſcono per una direzione diverſa da quella, per cui ſono ſtate compreſſe, ovvero dalla ſtruttura de' medeſimi corpi vien loro impedito il reſtituirſi.

Diamo un eſempio dell'una, e dell'altra maniera. Se un pallone ripieno d'aria coſtipata gagliardamente ſi percuote, finita l'azione ritorna con preſtezza alla ſua primiera figura, e riproduce la forza viva nella compreſſione impiegata, onde ne' corpi elaſtici ſi ripone: ma ſe nell'atto dell'urto s'apre un foro lateralmente, le molle caricate per quella parte ſi reſtituiſcono, e producono una forza viva eguale alla loro energìa in altri corpi particolarmente fluidi. In queſto caſo il pallone fa figura di corpo molle.

Le monete di metallo prima di eſſere coniate ſono aſſai poco elaſtiche, conforme viene indicato dal muto ſuono, che cadendo producono. A colpi del martello percoſſe acquiſtano ſonorità, e per conſeguenza virtù di molla. Per qual cagione ritengon l'impronta, nè ſi reſtituiſcono dalla contuſione ſofferta. Queſto è un effetto dell'intralciamento delle fibre, le quali ſono di ritegno all'eſpanſion degli elaſtri compreſſi, e ſtretti. Quando cotal impedimento venga rimoſſo per qualunque arte della Natura, eſſi s'apriran con violenza, e faranno rinaſcere la forza viva nell'ammaccatura impiegata.

VII.

Quì però non è finita la materia della conſervazion delle forze: ſebbene le coſe dette ci ſervono di guida fedele ne' naturali inveſtigamenti. Ci ſono delle particolarità di ſommo rilevo, che non vogliono eſſere dimenticate. Mi faccio pertanto a conſiderare le forze, che chiamerò permanenti a differenza di certe altre, che fanno figura di tranſitorie. Ogni qual volta un corpo ha guadagnato una data velocità, egli ſi ritrova in uno ſtato fermo, e durevole. Quaſi direi, che in tal poſitura la forza ſi unifca in lega coll'inerzia. Di fatto queſta ripugna a qualunque novo cangiamento di ſtato, ed il mobile da ſe è totalmente inetto a mutarlo. La forza in eſſo non ſi aumenta, ſe non ſe da cagioni eſtrinſeche, le quali per parteciparglela ſe ne ſpogliano: e non ſe ne perde dramma, mentre non ſia obbligato a farne parte con altri corpi.

E' una maraviglia quanto la Natura ſia inteſa, e ſto per dire affaccendata a conſervare bene ſpeſſo, ed in parecchj mobili quella quantità di forza viva, di cui da principio li ha proveduti, almeno tra certi limiti. Ne abbiam l'eſempio nelle perenni rivoluzioni de' Pianeti circa il ſole, e ne' giramenti intorno gli aſſi: moti amendue eterni, ed inſatigabili. Che diremo

degli

degli animali, macchine ſtupende, che da ſe ſteſſe ſi muovono, e che portano con ſeco, e da luogo a luogo un apparato di forze vive indefeſſamente operanti? Palpita il cuore con alterne, e ſincrone oſcillazioni: il ſangne cammina per le vene, e per le arterie con corſo regolare, ed equabile: e così vadaſi diſcorrendo delle altre vitali funzioni.

Il punto ſta, che ad onta delle reſiſtenze, che mai non ceſſano di far contraſto, i mentovati movimenti, e le forze impreſſe non ſi perturbano, nè ſi minorano. E ciò altronde non può naſcere, ſalvo che da una perpetua, e non interrotta circolazione, per cui quella porzion di forza, che a cagion d'eſempio paſſa dal globo ſolido del Pianeta nel mezzo fluido, permutate le vicende ripaſſi dal fluido al ſolido, e ſi faccia una ſpezie di giuſta compenſazione. Del modo ſin ora ſconoſciuto non ne ſappiamo render conto; ma pure la ragione ci ammoniſce, che la coſa non può andare altrimenti. Il pretendere, che la materia della luce, per quanto rara ella ſi finga, non ritardi la celerità delle sfere celeſti, egli è un gran poſtulato. Penſeranno più da Fiſici coloro, che in ambi i caſi addotti diranno, che le forze impellenti bilanciano le reſiſtenti, e che con un equilibrio di moto ſi ottiene, che ai mobili non ſi aggiunga, o non ſi tolga, ſe non ſe qualche grado di velocità dentro i confini preſcritti dal combinamento delle azioni, e delle reazioni, ed in tal guiſa le coſe nel ſolito ſtato quaſi coſtantemente perſiſtano.

VIII.

Le forze da me appellate paſſeggiere anno la proprietà di farſi ſtrada da un corpo all'altro per mezzo di un terzo, che ſerve di veicolo alla forza tranſitoria, ſenza che l'intermedio per lo più ſe ne riſenta, e ſoffra, fuorchè per un breve tempo una paſſante mutazione di ſtato, la quale non lo diſtorna dal ritornare un po'più preſto, o più tardi alla ſua primiera coſtituzione. Nel capitolo delle velocità ho fatto accorti i Lettori, che ſpiegandoſi un elaſtro in una nave moſſa equabilmente, e cacciando avanti una palla per la medeſima direzione, qualche porzione della forza, che riſiede nel vaſcello, per il canale della molla nella detta palla ſi traſferiſce oltre quella, che dalla virtù intera dell'elaſtro le viene comunicata.

Aggiungo un ſecondo eſempio. Diſpongo in linea retta alquante sfere perfettamente elaſtiche e toccantiſi. Venga un'altra sfera ad eſſe in tutto ſimile, la quale urti nella prima con una data celerità; ed accaderà, che compiuta l'azione tutte ſtieno immote eccettuata l'ultima la quale camminerà colla velocità della palla, d'onde precede la percuſſione. Non può negarſi, che la forza primitiva di queſta palla alle altre in ſerie non ſi vada paſſo paſſo propagando, e che ognuna d'eſſe non riceva, e non conſervi per corto tempo in ſe medeſima tutta la forza iniziale; imperciocchè ſe non foſſe l'oſtacolo delle ſuſſeguenti, le quali in un iſtante, e quando fa d'uopo di mezzo ſi toglieſſero, ciaſcuna sfera in particolare ſarebbe pronta a progredir ſola coll'aſſegnata celerità. La forza dunque primaria ſcorre ſucceſſiva-

ſivamente per la ſcala de' globi contigui, e procedendo di gradino in gradino ſull'ultimo ſoltanto ſi arreſta, e di paſſeggiera ſi trasforma in permanente.

IX.

La Natura ſpeſſiſſimo di tal artifizio ſi ſerve, ed anche l'Arte facendo uſo de' ſuoi ordigni, e delle ſue macchine. Ma gli ſtromenti principali, che meglio vengono a ſeſta per accomunare le forze, ſi reputino i mezzi fluidi differentiſſimi di genere, e di qualità. Ce ne ſono di più denſi, e di più rari; di più tenaci, e di più ſciolti; di più riſentiti, e di più inerti; di miſcibili, e di non miſcibili: in ſomma ſe ne trovano guarniti di proprietà o ſimili, o diverſe, o contrarie, che riuſcirebbe ſtucchevole l'andarle minutamente annoverando. Appreſſo o ſiano naturali, o artificiali i fluidi ſi ravviſano corredati di tal efficacia, che giuſto la fraſe de' chimici ſervono ſecondo la lor indole di meſtrui appropiati a' corpi di differente teſſitura, e non c'è prodotto, che all'attività di taluno d'eſſi ſottraggaſi. L'acqua regia ſi carica d'oro in penetrandolo, e la luce concentrata dalle lenti cauſtiche fa sfumare i diamanti. E pure non ci ha prodotto più peſante, e più coſtipato dell'oro; nè più duro, e tegnente del diamante. Inſinuandoſi dunque i liquidi ne' pori dei ſolidi a forza d'urtare, di premere, e di sfiancare gli allargano, e ne ſuperano la coerenza. Così prima macerano, e poi diſciolgono i miſti, e della materia non ſua ſi ſatollano.

Preſentemente cadono i mezzi fluidi ſotto la mia iſpezione, in quanto cioè, ſiccome facilisſimi ad agitarſi, e a cedere a qualunque impulſo (ſe pure non ſi deggiono credere poſti in una perenne agitazione, come i fenomeni ce ne danno indizio) ſono molto prontiſſimi a portar in giro le forze, facendole traſcorrere da un capo all'altro del mondo. L'azione delle ſtelle fiſſe (in qualſivoglia modo ſi eſerciti, che preſentemente non importa l'indagarlo) ſi dilata per immenſi ſpazj, e giunge a ferirci il fondo dell'occhio, e ad imprimerci l'immagine di rimotiſſimi obbietti. Quinci ſi ammiri la Divina Sapienza, che diſtribuendo le coſe, picciolo luogo ha deſtinato ai corpi ſolidi in confronto della ſterminata eſtenſione aſſegnata ai fluidi; e la ragione ſi è, ſe mal non mi appongo, che per queſta via, cioè per mezzo dei veicoli liquidi, e ſpezialmente della materia luminoſa, ſi mantiene aſſai meglio un lontano commercio fra le parti, che compongono l'Univerſo.

X.

Una fiacca percoſſa d'aere non fa ne' miſti ſenſibile impreſſione: ma col rinnovarla inceſſantemente alla perfine ſi guaſtano eſſi, e ſi corrompono; e ne abbiam la prova dal chiuderli nella macchina del Boile, dove cavata l'aria, lungo tempo ſi conſervano. Egli è dunque paleſe, che gl'iterati colpi d'un ſottiliſſimo fluido diſſolvono le orditure intralciate de' prodotti fiſici, i quali mal reggendo alle ſcoſſe appoco appoco ſi logorano, e ſi conſumano. Per la qual coſa ſtaccate da' corpi le menomiſſime particelle vanno quà, e là

vo-

volando, e diſpergendoſi in guiſa, che il fluido ſe ne imbeve, e per ogni dove in vigore del ſuo moto inteſtino le ſtraſcica, e tal fiata ad altri corpi, che alla corrente ſi fanno incontro, le appicca.

Tra ſolido, e ſolido ſi comunicano ſoltanto le forze: ma i fluidi anno la proprietà di traſportare con ſeco la materia conſiſtente ridotta a tenuiſſimi effluvj, e ad una impercettibile diviſione. Pongaſi attenzione agli odori, che all'intorno ſi ſpandono, e che continuamente ſvaporando ſolleticano il ſenſo dell'odorato. Diaſi un'occhiata all'efficacia del Sole, e de'venti, per cui le acque ſpecialmente del mare ſi attenuano, e ſollevate in vapori, non oſtante la lor maggiore ſpecifica gravità, coll'aere ſi meſcolano, e s'incorporano. Poſcia condenſate dal freddo dell'atmoſfera, ed abbandonate in un mezzo più raro dall'impeto, che le ſoſteneva, ſulla ſuperficie della Terra ricadono convertite in piogge, in nevi, in grandini, in brine, ed in rugiade. Ed oltre che riſtorano l'erbe, le piante, e gli animali, alle ſorgenti, ed a'fiumi ſomminiſtrano gli alimenti. Moltiſſimi ſono gli effetti naturali, in cui c'entrano i fluidi: maſſime ſe tra il corpo, nel quale riſiede la cauſa, e l'altro, che in ſe riceve l'effetto, s'interpone un lungo, o corto intervallo.

Le azioni in diſtanza ſono comunemente dai Filoſofi abborrite, e molto più dalla Natura, che ſarebbe obbligata a trasferire di ſalto le forze da ſoggetto a ſoggetto, piuttoſto che propagarle per via de'liquidi, che ſono tanti canali di comunicazione. Ella con taluno de'ſuoi più paleſi fenomeni non manca d'inſtruirci, e non iſdegna di talvolta porci anzi gli occhi i ſuoi artificj: ma non ottiene, che alcuni, i quali dovrebbero eſſere conſapevoli della ſua coſtante maniera di operare, ſe ne formino in teſta una maſſima ſtabile, e l'applichino generalmente ai caſi di più malagevole indagine. Il ſuono ſe ne viene dal corpo ſonoro meſſo in tremito all'organo dell'udito per lungo tratto increſpando l'aere. La luce ſi diffonde dagli Aſtri all'occhio con un analogo quantunque aſſai più mirabile meccaniſmo. Interrotto il corſo del lume col frammetterci un obice opaco, ſi perde ſubito di viſta l'obbietto; ed eſtenuata l'aria nella macchina del vuoto, il ſuono a poco a poco s'infievoliſce ſino a totalmente dileguarſi. Per qual motivo adunque in altri incontri ſi muta metodo, e ſi ricorre ad altri principj? Perchè ſi mettono in non calere i mezzi fluidi, quaſi che foſſero eſſi onninamente incapaci di agire, e di patire, ed affatto inetti a mantenere il commerzio tanto neceſſario all'uniforme varietà delle azioni, e delle reazioni? Ma ſe la Natura tutto al roveſcio ſi adopera, e non bada punto alle fantaſie degli uomini; non ſaprei decidere, ſe ſia di maggior importanza in Fiſica la ſcienza meccanica de'ſolidi, o quella de'liquidi.

Non ſi può ammirare abbaſtanza la ſagacità della Natura inteſa a maneggiare le forze. Non fa uſo ſoltanto delle forze vive attualmente eſiſtenti, ma tiene una quantità d'azioni, o di forze vive in potenza ripoſte ed appiattate, e ne fa conſerva, e teſoro per valerſene alle occorrenze ne'ſuoi più ſegreti lavori. Un Fiſico, che non ne penetra l'artificio ſin ora forſe poco conoſciuto, o perde di viſta queſta importante verità, non ſi ſtupiſca, ſe

rieſce corto nello ſpiegare certi imbrogliati fenomeni. Nel progreſſo de' miei diviſamenti mi naſcerà l'occaſione di produrne gli eſempj.

CAPITOLO DECIMOTTAVO

Della comunicazione del moto fra i corpi molli.

I.

NOn c'è fenomeno in Fiſica nè più confermato dall'eſperienza, nè più munito da ſalde dimoſtrazioni, quanto i canoni della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente molli, ed elaſtici. E ſebbene non ſi danno in Natura miſti o dell'una, o dell'altra proprietà ſquiſitamente forniti; l'aſſumerli ſiccome tali ci mette anzi gli occhi due ſuppoſizioni di limite, dalle quali con facilità ci vien fatto di dedurre le leggi de' caſi intermedj. In ſuccinto eſpongo gl'immediati principj, ed i varj metodi adoperati dai Matematici per iſtabilire la teorica, di cui a ragionare mi accingo. Alcuni mal ſi ſono appoggiati alla ſentenza Carteſiana intorno le forze vive, ed altri aſſai meglio alla Leibniziana. A me pare, che i primi ſieno caduti in manifeſti aſſurdi, e che i ſecondi non vadano immuni da qualche petizion di principio. Ottimamente l'Eulero ſi è ſervito delle forze ſollecitanti continuamente applicate, e l'Ughenio del moto traslato.

Piacemi di far naſcere le concluſioni dalle prime originali idee ſenza valermi di qualſiſia teorema meccanico, e ſenza adottare qualſivoglia maſſima, benchè certa, e dimoſtrabile, che da taluna delle Filoſofiche ſette mi poſſa eſſere contraſtata. Nelle mie anteriori ricerche ho dovuto bene ſpeſſo con una ſpezie di anticipazione far uſo delle regole, per cui i movimenti paſſano da maſſa a maſſa: e perchè non ho poſto cura di comprobare a tutto rigore cotali verità comunemente ricevute, e da niſſuno contraddette; ſuppliſco preſentemente a qualche mancanza, che per avventura foſſe corſa, ad unico oggetto, che il Lettore non ricorra ad altri libri per impoſſeſſarſi appieno della materia.

Inoltrandomi poſcia ne' miei diviſamenti mi ſi aprirà l'adito di ſoddisfare ad un ardua quiſtione, ed è: ſe le leggi concernenti le affezioni del moto, e le forze vive, e le morte, dalle quali è diretto il Siſtema, in cui ſiamo coſtituiti, ſiano leggi di ſcelta, e di convenienza, come vogliono i Leibniziani dietro la ſcorta del loro Maeſtro, o piuttoſto di preciſa, e ſtretta neceſſità, ſiccome eſſenzialmente dipendenti dalla Natura dell'eſtenſione impenetrabile, ed inerte.

II.

II.

Aſſioma primo. La forza viva ad una data maſſa addoſſata perſevera ſempre la ſteſſa, o cammini il mobile con una determinata velocità ſenza mai fermarſi per un mezzo non reſiſtente, oppure in progreſſo deggia incontrare per iſtrada un qualche oſtacolo. Chi bramaſſe la dilucidazione dell' evidentiſſimo pronunziato rifletta, che la forza impreſſa derivata dall'azione della cauſa producente, a cui in qualità di effetto dee corriſpondere, non ha punto che fare, ne piglia norma dall'intoppo, che ad eſſa per ſorta ſta per opporſi, nè reſta in conto alcuno alterata da ciò, che ſia per urtare in corpi o grandi, o piccioli, o teneri, o duri, o ſolidi, o fluidi: altrimenti converrebbe introdurre nella materia una ſpezie di antecipato preſentimento.

Aſſioma Secondo. Il corpo A (Fig. 29.) moſſo con una data celerità incorra nel corpo B, o coſtituito in ripoſo, o procedente per la medeſima direzione, ma con minore preſtezza, o con qualunque altra, rivolto il moto in ſenſo contrario, e ſieno ambo perfettamente inerti; egli è manifeſto, che non eſſendoci in eſſi corpi alcuna virtù di molla, dalla quale naſca la rifleſſione, non c'è motivo, per cui l'uno dall'altro li ſepari. Per la qual coſa terminata la comunicazione del movimento o ſi fermeranno, o cammineranno congiunti con pari velocità. Sinattantochè le celerità all'uguaglianza non giungono, o totalmente non ſi eſtinguono, il più lento al più preſto dee cedere, il quale non può continuare il ſuo viaggio ſenza aumentare il moto del compagno, e conſeguentemente ſenza perdere qualche grado del proprio. Allora ſi toglie di mezzo l'impedimento, e ceſſa il contraſto, quando una maſſa ſuggendo con egual prontezza dall'altra, che la perſegue, ſi ſottragge alla percoſſa. I moti dunque deono temperarſi in maniera dopo una ſerie di azioni, e di reazioni, ch'entrambi i corpi o progrediſcano con pari paſſo, o ſi riducano alla quiete.

Aſſioma terzo. Le leggi della comunicazione del moto fra le maſſe molli non dipendono dalla varietà delle figure, nè dalle proprietà de' compoſti. Le ſfere A, B camminino di conſerva colla velocità *u* dopo finita la colliſione, ed accaderà, che ſe le maſſe mutan figura, e prendono in vece della ſferica la cubica, o la cilindrica, purchè ſtieno ferme le velocità primitive, e nel movimento non ſi diverſifichi la linea direttrice del colpo, la celerità comune *u* non ſoffra alterazione di ſorta. Nulla rileverà altresì di qual paſta ſi formino le palle A, B ogni qualvolta ſiano molli, e di virtù elaſtica ſfornite, ed in ciaſcuna d'eſſe ſi conſervi la ſteſſa quantità di materia. Se così non andaſſe la faccenda, naſcerebbe l'aſſurdo, che gli effetti generati non riſponderebbero con certa, e determinata analogia alle cagioni generatrici, e che la Natura in ogni particolar circoſtanza a cangiar le ſue leggi ſarebbe obbligata.

Corollario primo. Quinci partito il globo A in due, o più globi C,D (Fig. 29., e 30.) i quali immediatamente ſi tocchino, ed unitamente ſeriſcano colla ſolita velocità U la maſſa B immota, procederanno tutti e tre con-

giunti colla celerità u, cioè colla medesima, con cui camminerebbero i mobili A, B, compiuta la comunicazione del movimento.

Corollario Secondo. Un pari effetto si produrrà, quand'anche le sfere C, D fossero disgiunte per un intervallo infinitamente minimo; conciossiachè il doppio successivo urto del primo corpo D nel secondo B, indi del terzo C nell'uno, e nell'altro può riputarsi siccome unico. La gemina impressione sul principio della percossa si esercita in un momento di tempo, e per ciò non ci è disdetto di assumerla o siccome una sola, o siccome duplicata in grazia del metodo, e secondo l'esigenza delle dimostrazioni.

III.

Propofizione prima. Teorema. Siano due corpi inerti A, B (Fig. 29.) e pongasi che il primo A dia direttamente di petto nel secondo B posto in quiete colla velocità U, e che dopo l'incontro s'incamminino entrambi colla comune velocità u. Dappoi fingasi, che il corpo B colla medesima celerità U colpisca il corpo A immoto, e che seguita la collisione amendue procedano colla velocità v; dico, che la somma delle velocità $u + v$ s'agguaglia alla primitiva U.

Si collochino essi corpi in un vascello, il quale si porti da A verso B colla predetta velocità V, e nel tempo stesso si comunichi al corpo B un moto tale, che sia trasferito da B verso A colla medesima celerità V. Egli è manifesto, che coloro, i quali stanno fermi sul lido, osservano, che il corpo B non muta sito; imperciocchè distruggendosi le velocità eguali, e contrarie della nave, e del corpo B, esso rispetto la spiaggia immobile si vede privo di moto. Ma il corpo A con quella velocità, per cui si muove la barca, pare che avanzi cammino, e percuota il corpo B costituito in riposo. In questo mentre i naviganti con un giudizio di senso totalmente diverso mirano il corpo A in quiete venir urtato dal corpo B colla menzionata celerità V.

Avuto dunque riguardo allo spazio immoto, la massa A animata dalla velocità V investe la massa B ferma, e dopo l'azione amendue congiuntamente progrediscono colla celerità u: ma rispetto al movimento del vascello la palla B colpisce l'altra A colla solita velocità V, e compiuta la comunicazione del moto ambo procedono colla comune velocità V. Quindi per la nota dottrina de' moti traslati dovendo nell'uno, e nell'altro caso perseverare ne' corpi la medesima velocità, seguita la collisione, relativamente allo spazio immobile; sottratta dalla velocità della nave quella de' corpi, che uniti camminano contro la direzion del vascello, avremo la velocità d'essi corpi riferita alla spiaggia: cioè sarà $V - v = u$, ovvero $V = u + v$: lo che dovea dimostrarsi.

Corollario primo. Fatte eguali le masse A, B, essendo che rinviene allo stesso, o che A percuota B, o che da B sia percossa con pari celerità, ne segue essere $u = v$, ed V doppia dell'una, e dell'altra.

Corollario secondo. Che se il solido B fosse così picciolo, che al solido A avesse una proporzione minore di qualunque data; allora il corpo A mos-

moſſo colla conſueta velocità U, dopo la percoſſa, nulla perderebbe della ſua velocità primitiva; imperciocchè urtando in un oſtacolo inaſſegnabile non ſoffre, ſalvo che un inaſſegnabile decreſcimento di velocità. All'incontro ſe il corpo minimo B con pari velocità U fa colpo nel corpo finito A, non partecipa a queſto, ſe non ſe un grado infiniteſimo di velocità, che dee computarſi per nulla. Le ſteſſe concluſioni ſi cavino dalla poſizione, che un d'eſſi corpi ſoſſe finito, e l'altro infinito.

IV.

Scolio primo. Suppongo, che oltre la sfera A affetta dalla velocità V, anche la B ſi muova avanti il congreſſo con la celerità $\pm U$, ſecondochè le direzioni de' moti ſono o coſpiranti, o contrarie. Primieramente i due movimenti ſi volgano verſo la ſteſſa regione, e dappoichè dall'urto di A in B ſi è generata la velocità u ad entrambi i corpi comune, permutate le celerità B inveſta A, e naſca dal ſecondo colpo la velocità v; dico eſſere $V + U = u + v$. Poſcia con oppoſta direzione i globi A, B colle velocità V, U ſcambievolmente ſi accoſtino, e barattate come ſopra le celerità, dalla doppia colliſione provengano le velocità u, v; dico verificarſi l'equazione $V - U = u + v$.

Amendue i corpi ſi collochino in una barca, che dirigga il ſuo corſo equabile in maniera, che agli Spettatori ſituati ſul lido la palla B appariſca immota, e la palla A ſi vegga camminare colla velocità $V \mp U$, alla qual velocità compoſta di due, ed eſpreſſa ſecondo le circoſtanze o per un appotome o per un binomio, ſi dà il nome di relativa. Seguita la colliſione, progrediſcano ambe le maſſe colla comune celerità $= x$, e ſimilmente permutate le vicende, il mobile B colla velocità relativa $V \mp U$ incontri il corpo A, e dopo il congreſſo acquiſtino entrambi congiunti la velocità $= y$, riſpettivamente a coloro, che ſulla ſpiaggia dimorano: ed interverrà per il premeſſo Teorema, che la velocità relativa $V \mp U$, la quale in fatto è una velocità ſola, ſi uguagli alle due $u + v$ al doppio colpo appartenenti guardate dal loco immobile.

Ma perchè del pari ſi ſoddisfaccia all'apparenza di quegli, che a ſeconda della navicella ſono partiti, ſi debbe aggiungere, o ſottrarre da ciaſcuna delle velocità trovate x, y il moto poſitivo, o negativo del vaſcello, onde abbiaſi $x \pm U = u$, $y \pm U = v$, ed accoppiate in una ſomma le due ultime equazioni, $x + y \pm 2U = u + v$. Ma teſtè s'è ſcoperta l'egualità $V \mp U = x + y$, dunque fatta la opportuna ſoſtituzione, $V \mp U \pm 2U = u + v$, cioè $V \pm U = u + v$: lo che dovea dimoſtrarſi.

V.

Scolio ſecondo. Le addotte oſſervazioni mi documentano, che nel gemino congreſſo de' corpi A, B, mentre il paziente è quieto, le velocità indi generate u, v ſi corriſpondono con un analogiſmo, che in qualche modo dipende dalla relazione fra le maſſe A, B. Si noti, che poſta $A = B$,

per il primo corollario si rinviene $u = v$. Appresso per il secondo crescendo, o scemando all' infinito la massa B, l'una, o l'altra delle velocità u, ovvero v diventa minima, ed inassegnabile. Ma la Natura non opera per via di salto: dunque quanto più, stando costante la sfera A, che può esporsi per l'unità, decresce la sfera B; tanto più la velocità u s'aumenta, e la v diminuisce. All'opposto ricrescendo la palla B, sì fa minore la velocità u, e maggiore la v.

Per la qual cosa l'andamento delle menzionate velocità seguita l'analogia, che passa tra una qualche funzion delle masse. Dinoterò generalmente cotal funzione pel segno: φ, onde φA significhi una qualsisia funzione di A, e φB una simile funzione di B. Quindi avremo $u : v :: \varphi A . \varphi B$.

VI.

Proposizione seconda. Problema. Tenuta ferma l'ipotesi dell'antecedente Scolio, ci sia ingiunto di cercare i valori delle velocità u, v espressi per le masse A B, e per la velocità iniziale V. Giacchè da un canto giusta la prima proposizione $V = u + v$, e dall'altro a norma dello Scolio secondo $\varphi A : \varphi B :: u : v$, cioè $\varphi B . u = v$; dunque fatta la congrua sostituzione, $V = \frac{\varphi B . u}{\varphi A} + u = u . \frac{\varphi A + \varphi B}{\varphi A}$. Divido la massa A, che suppongo maggiore, in due porzioni (Fig. 29., 30.), la prima delle quali D sia $= B$, e la seconda sia C distante da D per un minimo spazio. La parte D urti nel corpo B quieto colla solita velocità V, ed essendo che le masse D, B si sono fatte eguali, dopo la percossa (Propoz. pr. Coroll. pr.) procederanno di conserva se non altro per un istante colla celerità $\frac{V}{2}$. Immediatamente il mobile C colla velocità relativa $\frac{V}{2}$ replichi il secondo colpo, e compiuta l'azione le tre sfere C, D, B congiuntamente s'incammineranno colla celerità u; conciossiachè (Assioma terzo Coroll. sec.) non si muta la velocità seguito il congresso, o i due corpi C, D investano il terzo B con un urto solo, ovvero con due successivi infinitamente prossimi, che ad un solo equivagliono.

Affine di trovare la velocità u de' tre globi dopo la duplicata collisione, io noto, che questa si compone di due elementi, viene a dire della celerità $\frac{V}{2}$ participata nel primo colpo, e di quella, che nel secondo vi si aggiunge, la quale nella seguente maniera si fa palese. Fingo, che le palle

D, B

D, B eguali ſi congiungano in una ſola maſſa, e che camminino colla velocità $\frac{V}{2}$, mentre la terza C vicinamente le perſeguita colla celerità aſſoluta V, o colla relativa $\frac{V}{2}$, e che terminata l'azione procedano tutte e tre di conſerva animate dalla velocità $= \frac{V}{2} + x$. Appreſſo voglio, che le due ſfere unite D, B moſſe colla intera celerità V percuotano il corpo C impreſſionato della velocità $\frac{V}{2}$, e che dopo il congreſſo tutti progrediſcano colla velocità $= \frac{V}{2} + y$.

Da un lato (Prop. pr. Scol. pr.) haſſi la velocità relativa $\frac{V}{2} = x + y$, e dall'altro (Scolio ſec.) $\varphi C : \varphi \overline{D + B} = \varphi 2B :: x : y$; laonde $y = \frac{\varphi 2B \cdot x}{\varphi C}$, e ſurrogato queſto valore nella formola, $\frac{V}{2} = x + \frac{\varphi 2B \cdot x}{\varphi C}$; dunque $\frac{V \cdot \varphi C}{2\ \varphi C + \varphi 2B} = x$. Aggiungaſi ad amendue i membri dell'ultima equazione la velocità $\frac{V}{2}$, e ſaremo pervenuti all'eſpreſſione $\frac{V}{2} + \frac{V}{2} \cdot \frac{\varphi C}{\varphi C + \varphi 2B} = \frac{V}{2} + x = u$, cioè $\frac{V}{2} \cdot \frac{2\varphi C + \varphi 2B}{\varphi C + \varphi 2B} = u$. Ma ſul bel principio della ricerca ci ſi è preſentato un altro valore di $u = \frac{\varphi A \cdot V}{\varphi A + \varphi B}$, dunque debbe neceſſariamente verificarſi la ſeguente equazione $\frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B} = \frac{2\varphi C + \varphi 2B}{2 \cdot \varphi C + \varphi 2B}$ la quale liberata dai diviſori per via delle volgari analitiche operazioni prende il nuovo aſpetto $2\varphi A \cdot \varphi C + 2\varphi A \cdot \varphi 2B = 2 \cdot \varphi A \cdot \varphi C + \varphi A \cdot \varphi 2B + 2\varphi B \cdot \varphi C + \varphi B \cdot \varphi 2B$. Cancellinſi i termini, che ſi diſtruggono, e ſi avrà $\varphi A \cdot \varphi 2B = 2\varphi B \cdot \varphi C + \varphi B \cdot \varphi 2B$, e ponendo in luogo di C, il ſuo valore $A - B$, e traſponendo i termini,

φA

$\overline{\varphi A - \varphi B}.\varphi 2B = 2\varphi B.\varphi\overline{A-B}$. Naſcerà pertanto la ſeguente analogia $\varphi A - \varphi B : \varphi\overline{A-B} :: 2\varphi B : \varphi 2B$; la quale debbe verificarſi poſta qualunque proporzione tra le maſſe A, B.

Facciaſi ora $A = 2B$, e l'analogia verrà ad eſſere $\varphi 2B - \varphi B : \varphi B :: 2\varphi B : \varphi 2B$, e paſſando all'equazione $\overline{\varphi 2B}^2 - \varphi B.\varphi 2B = 2.\overline{\varphi B}^2$, la quale ſi può maneggiare col metodo delle equazioni quadratiche affette, aggiungendo dall'una parte, e dall'altra il quadrato della $\frac{1}{2}\varphi B$, e naſcerà $\overline{\varphi 2B}^2 - \varphi B.\varphi 2B + \frac{1}{4}\overline{\varphi B}^2 = \frac{9}{4}\overline{\varphi B}^2$, ed eſtratta la radice ſeconda, $\varphi 2B - \frac{1}{2}\varphi B = \pm\frac{3}{2}\varphi B$, onde traggonſi le due ſeguenti formule $\varphi 2B = 2\varphi B$, $\varphi 2B = -\varphi B$. E' neceſſario adunque, che la funzion φ ſia fornita dell'una, o dell'altra di quelle proprietà, che nelle due ultime equazioni vengon eſpreſſe. La ſeconda di cotai proprietà eſigge, che poſta poſitiva la φB, ſia negativa la $\varphi 2B$, o ſia la φA; dunque $u : v$ come il negativo al poſitivo, e conſeguentemente una delle due velocità u, v dovrebbe avere una direzione contraria a quella della velocità primitiva, la qual conſeguenza ne' corpi perfettamente molli è aſſurdiſſima. Rimane adunque provato eſſere neceſſario, che due funzioni φ di qualunque quantità B eguaglino la funzione della doppia B, cioè $2\varphi B = \varphi 2B$. Quindi s' eguaglieranno i due ultimi termini della noſtra generale analogia, e conſeguentemente s'eguaglieranno anche i primi, e ſi averà l'equazione $\varphi A - \varphi B = \varphi\overline{A-B}$.

Facciaſi generalmente $A = mB$, onde ſia $\varphi mB - \varphi B = \varphi\overline{m-1}B$, ovvero $\varphi mB = \varphi B + \varphi.\overline{m-1}B$. Se $m = 2$, trovaſi $\varphi 2B = 2\varphi B$ come ſopra; ſe $m = 3$, ſi ha $\varphi 3B = \varphi B + \varphi 2B$: ma pel caſo ſuperiore $\varphi 2B = 2\varphi B$. Dunque $\varphi 3B = 3\varphi B$. Si proceda ad $M = 4$ e ſi trovi $\varphi 4B = \varphi B + \varphi 3B$; ma per l'antecedente caſo $\varphi 3B = 3\varphi B$; dunque $\varphi 4B = 4\varphi B$: e con queſta ſerie ſi tratteranno tutti i numeri interi, onde poſto m un numero intero ſarà $\varphi mB = m\varphi B$.

Avremo qualunque volta m ſia un numero intero $\varphi B : \varphi mB :: 1 : m$; $B : mB = A$. Nella linea indefinita EH (Fig. 31.) preſe eguali le EF, F_2F, $_2F_3F$ ec., ciaſcuna delle quali eſprima la B, indi menata ad angolo ſemiretto la EK, ed eccitate le normali FG, $_2F_2G$, $_3F_3G$, ec., ſe la $GF = \varphi B$, $_2G_2F = \varphi 2B$, $_3G_3F = \varphi 3B$ ec.

Collo ſteſſo progreſſo proverò, che prendendo $\frac{B}{n}$ ſubmultiplo di B, ſarà

ſarà $\varphi n\frac{B}{n} = \varphi B = n\varphi\frac{B}{n}$. Quindi ſegnata $EP = \frac{B}{n}$, e ordinata la P Q, que-

ſta rappreſenterà la $\varphi\frac{B}{n}$; poichè $nPQ = FG$. Prendo ad arbitrio qualun-

que punto per eſempio 3 P, ed innalzata la perpendicolare $3P_3Q$, ſe mi riuſcirà di dimoſtrare, che queſta eſprime la funzione dell'aſſiſſa E_3D; coſa manifeſta ſarà, che le funzioni tutte eguaglieranno le ordinate ad una linea retta, e che conſeguentemente ſono proporzionali alle funzioni lineari. Qualunque E_3P ſi può ſempre, almeno proſſimamente eſprimere per una frazione ſpuria, che faremo $= \frac{m}{n}B = A$; dunque $\varphi\frac{m}{n}B - \varphi B = \varphi\frac{\overline{m-n}}{n}.B$: ma $\varphi B = n\varphi\frac{B}{n}$, e $\varphi\frac{\overline{m-n}}{n}.B = \overline{m-n}.\varphi\frac{B}{n}$; dunque, traſpoſto il termine ſarà $\varphi\frac{m}{n}B = n\varphi\frac{B}{n} + \overline{m-n}.\varphi\frac{B}{n} = m\varphi\frac{B}{n}$: ma PQ $= \varphi\frac{B}{n}$ per le coſe ſopra provate; dunque la multipla, cioè $3P\,3Q = \varphi\frac{m}{n}B$. Per ciò tutti i punti 2Q, 3Q, 4Q ec. ſaranno nella medeſima linea retta EK: con che reſta evidentemente provato, che altre funzioni non ſi poſſono da noi aſſumere, ſe non le lineari.

VII.

Corollario primo. Dalle verità eſpoſte s'impara, che le velocità u, v ſono fra loro in proporzion delle maſſe A, B, e che la velocità primitiva V avanti le percoſſe all'uno, o all'altro de' corpi addoſſata alle celerità u, ovvero v, che dalle collisioni riſultano, ſta come l'aggregato delle due maſſe moſſa, e da moverſi $A+B$ alla maſſa del corpo A, o B, cui è ſtato da principio impreſſo il movimento, ſecondochè o la palla A urta nella quieta B, ovvero ſuccede al roveſcio. In fatti eſſendo $u : v :: A : B$: dunque $u+v = V : u :: A+B : A$, oppure $u+v = V : v :: A+B : B$; e di conſeguenza $u = \frac{AV}{A+B}$, ed $v = \frac{BV}{A+B}$: in virtù delle quali equazioni ci ſi rendono cognite le velocità cercate u, v, con cui camminano le ſfere A, B dopo il duplicato congreſſo.

Co-

Corollario ſecondo. Quinci la quantità del moto, che ſi miſura dal prodotto della maſſa nell'attuale velocità perſeverà invariata e prima, e dopo la colliſione. Proceda il mobile A colla celerità iniziale V, e terminata la percoſſa ambo progrediſcano colla comune velocità $u = \frac{AV}{A+B}$, la quale ſi moltiplichi per la ſomma A + B delle maſſe fornite di pari movimento, e ſi reſtituirà la primiera quantità del moto AV.

Corollario terzo. Che ſe amendue i ſolidi A, B, avanti che inſieme contraſtino, ſaranno animati dalle proprie particolari velocità V, e $\mp$ U; la comune loro velocità compito il colpo ſi eſporrà per $\frac{AV \mp BV}{A+B}$. Moltiplicandola adunque per A + B aggregato delle maſſe perſiſterà la primiera quantità del moto AV $\mp$ BV, colla condizione però, che ſi aggiungano le parziali quantità di moto, ſe ſono coſpiranti, e ſi ſottraggano, ſe ſono contrarie. La dimoſtrazione ſi deſume dallo ſcolio primo della propoſizione prima; concioſſiachè eſſendo A: B:: x: y, cioè A + B: A:: $x + y = V \mp U$: $x = u \mp U$, avremo $\frac{AV \mp AU}{A+B} = u \mp U$, cioè ridotta l'equazione, $\frac{AU \mp BU}{A+B} = u$: lo che ec.

Corollario quarto. Il centro di gravità delle maſſe A, B cammina colla ſteſſa velocità, e direzione tanto prima, quanto dopo la colliſione: lo che dalle coſe dette facilmente ſi dimoſtra. Così ſi è dato compimento per via d'un progreſſo libero da qualſiſia quiſtione a tutto ciò, che può ricercarſi intorno i Canoni della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente molli.

CA-

CAPITOLO DECIMONONO

Si proſeguiſce a parlare della comunicazione del moto fra i corpi molli, e ſi prova, che le leggi in eſſa dalla Natura impiegate non ſono di ſcelta, ma di neceſſità.

I.

NEll'inveſtigare qualmente ſi regoli la diſtribuzione de' movimenti tra le maſſe onninamente molli, e sfornite di qualſivoglia minimo grado di forza elaſtica ho preſo il partito, per non ingolfarmi in diſpute inutili, di metter da canto i principj contenzioſi, e di valermi ſoltanto di tre evidentiſſimi aſſiomi, accoppiandoci la teorica de' moti traslati. So beniſſimo, che dai canoni delle forze vive, e morte poſte in uſo dalla Natura in tutte le ſue operazioni, e che danno norma all'economia delle cagioni, e degli effetti, la comunicazione de' moti unicamente dipende. Appreſſo mi è noto, che il paſſaggio de' movimenti da corpo a corpo è un fenomeno, che ſuppone preſtabilita la legge delle forze, le quali perſiſtendo ſempre nel lor vigore ſenza accreſcimento, o diminuzione, non ammettono, ſalvo che d'eſſer compartite, e temperate ſecondo le circoſtanze.

Per la qual coſa richiedeva il buon ordine, che diſcuſſa prima la quiſtione intorno le forze, e meſſa in chiaro la lor indole, e le loro proprietà, ſi applicaſſero poſcia al propoſto ſubbietto, e ſe ne faceſſe vedere la connesſione. E pure nel mio progreſſo di forze io non ho fatto parola. Due motivi mi anno indotto a prevertire il metodo naturale per appigliarmi all'artifiziale: il primo ſi è, che anteriormente ſi ſono ſcoperte, e dimoſtrate le regole de' moti partecipati, indi quelle delle forze vive, di cui non ſi è avuto biſogno per venir a capo della inchieſta: il ſecondo, perchè tuttavia ſi litiga ſulla germana miſura di queſte forze, ed appoggiando ad eſſe le leggi de' moti comunicati, converrebbe adottare o la ſentenza del Leibnizio, o l'altra de' Carteſiani: con che riſpetto ad una delle due opinioni, s'incorrerebbe in una ipotetica petizion di principio.

II.

Ed appunto dalla comunicazione del moto deſumono i Matematici Franceſi, ed Ingleſi un argomento creduto invincibile, che l'eſtimazion delle forze vive dee prenderſi dalla quantità del movimento. E vaglia il vero, eſſendoſi dimoſtrato nel capitolo antecedente (prop. ſeconda, corol. ſecondo), che le dette quantità, e prima, e dopo le percoſſe ſi mantengono invariate,

lo che dicasi parimente delle forze vive, che denno sussistere intatte, non c'è ragione, per cui abbiano a distinguersi, e a separarsi: altrimenti non si conserva illesa l'indispensabile uguaglianza tra le cagioni, e gli effetti.

Io consento, che non diasi eccettuazione di sorta al premesso incontrastabile pronunciato, e che le forze primitive non soffrano alcuna alterazione in passando da massa a massa (sebbene gli Avversarj adottano la massima ne' moti cospiranti, e la rinnegano ne' contrarj, quando asseriscono, che le forze stesse, le quali con direzioni opposte s'incontrano, scambievolmente distrugganſi) e dico, che se nell'atto della collisione nessuna porzione della forza viva iniziale si spende nella mutua ammaccatura de' corpi, i Cartesiani anno tutte le ragioni del mondo, e che ogni loro sforzo dovrebbe diriggersi a sostenere la strana proposizione, che ha faccia di paradosso.

Io la ho impugnata in più d'un luogo colla ragione, e colla esperienza, ed ora soggiungo, che se un qualche grado di forza, quantunque fisicamente minimo, nella reciproca costipazione delle masse contrastanti al mutamento di stato si perde, siccome in fatto si perde, e si trasforma di viva in morta; la volgare sentenza va a terra irreparabilmente. Conciossiachè stando ferma la quantità del moto, che da principio risiede in una, o in ambo le masse, anco dappoichè si è dato compimento alla comunicazione; debbe colla forza viva, che intera sussiste, associarsi quella parte, che nell'ammaccar si consuma. Così il doppio effetto, che altronde non può trarre l'origine, fuorche dalla forza iniziale, supera o di poco, o di molto la cagione, da cui viene unicamente prodotto.

Salvi chi può l'assioma, che gli effetti in solido generati non eccedono l'energia delle cause generatrici. Conviene pertanto battere un altra strada, assumendo una formola generale, che metta sotto gli occhi tutte le leggi possibili concernenti la misura delle forze vive, a solo oggetto di escludere le repugnanti, ed accettare quell'unica, che viene adottata dalla Natura nella sua costante maniera di operare sempre a se stessa uniforme: lo che si ottiene confrontando la supposizione universale colle particolari verità conosciute.

III.

Lemma primo. In qualunque ipotesi le forze vive di due corpi A, B (Fig. 29.), che camminano con pari velocità, sono proporzionali alle masse. Sia comune misura delle masse A, B la quantità di materia E o finita, o infinitesima, secondochè le predette masse sono o commensurabili, o assimetre. Ed attesochè in amendue i corpi ogni particella elementare E procede con celerità uguale; egli è manifesto, che ciascuna d'esse sarà di pari forza guernita, non potendosi allegare motivo di sorta, per cui l'una all'altra prevaglia. Ma le forze in solido de' corpi A, B si formano dall'aggregato delle forze parziali, di cui ciaschedun corpicciuolo E è corredato; dunque le forze totali delle masse A, B sono in ragione de' numeri degli elementi, che le compongono, cioè come le quantità della materia lo che ec.

Sco-

Scolio. Se poi foſſero eguali le maſſe, e le velocità diſuguali, il ſuperiore raziocinio nel noſtro caſo non reggerebbe; imperciocchè le fluſioni DV, DU, o le parti aliquote $\frac{V}{n}$, $\frac{U}{n}$ delle velocità finite V, U ſeguitano la proporzione de' loro tutti; onde ſiamo ſempre da capo: e non potendoſi aſſegnare a due velocità ineguali, conforme ſi è fatto delle due maſſe, una comune miſura; legittimamente non s'inferiſce, che le forze vive di due corpi eguali moſſi con differenti celerità ſiano in ragion ſemplice delle velocità medeſime. Potrebbe eſſere, che aveſſero piuttoſto ad eſprimerſi per una qualche funzione, a cagion d'eſempio per le velocità alzate al quadrato, come piacque al Leibnizio. Sin quì non ho ragione deciſiva, che mi convinca, e perciò nulla determino.

Lemma ſecondo. Il corpo A (Fig. 29.) colla velocità V urti nel corpo immoto B. Chiamo F la forza originale qualunque ſi poſſa eſſere, ed in qualſiſia modo deggia eſponerſi: appello *f* quella, che ſi conſerva viva in ambi i corpi ſeguita la colliſione, e *g* l'altra, che paſſa in morta, e nell'ammaccatura s'impiega, e dico eſſere $F = f + g$. In fatti la forza primitiva F tutta ſi ſpende nelle due derivate *f*, *g*, ed i due effetti aſſorbono interamente l'energia dell'unica cauſa, che li produce; dunque per l'aſſioma tante volte inculcato ſi dà perfetta uguaglianza fra gli effetti naſcenti, e la cagione, onde naſcono.

IV.

Lemma terzo. Aggiungo, che la forza viva *f*, che ſi mantiene dopo il colpo, alla *g*, che ſi ſpende nella conſuſione riſponde in qualche maniera alla relazione, che paſſa fra le maſſe A, B. Sia coſtante il corpo A, e la velocità U, ed appoco appoco ſi vada minorando il ſolido B ſino a diventare una magnitudine infinitesima. Allora la velocità V non ſi diminuiſce ſe non ſe per una velocità inaſſegnabile, e di conſeguenza perſevera adequatamente intatta terminato il congreſſo. Ma non alterata punto la maſſa, e inſenſibilmente alterata la velocità, la ſteſſa forza viva ſuſſiſte; dunque la *g* impiegata nella ammaccatura ſvaniſce, e diventa minima. In queſto mentre la Natura non opera a ſalti, avvegnachè qualſivoglia quantità gradatamente ſcema, e ricreſce; dunque aumentandoſi paſſo paſſo la forza viva *f*, paſſo paſſo altresì s'eſtenua la *g*. Ed in ordine a ciò, quanto è più grande la proporzione della maſſa A alla maſſa B, altrettanto è maggiore il traſporto della forza viva reſidua *f* alla perduta *g*. Per lo contrario creſcendo il corpo B ſino a pervenire ad una grandezza infinita, ambo i corpi dopo l'urto ſi fermano, e la forza totale F ſi eguaglia a (*g*), e la *f* onninamente ſi dilegua. Quinci quanto è più piccola la ragione di A a B, altrettanto è minore la forza ſuperſtite *f* riſpetto alla eſtinta *g*. Per la qual coſa l'abitudine tra le due forze *f*, *g* prende in qualche modo norma dalla relazione fra le due maſſe A, B, e perciò *f*:*g* ſarà come una funzione di A ad una ſimile funzione di B, che ſeguirò ad eſprimere generalmente con queſti ſegni $\Phi A : \Phi B$.

II.

Lemma quarto. Reſta, che ſi ſegni con una congrua, e generale eſpreſſione la forza primitiva F del corpo A affetto dalla velocità V. Il primo Lemma mi documenta, che non ſi metta mano nella maſſa A, e che ſi laſci nella ſua ſemplicità, viene a dire che non s'alzi oltre alla prima dimenſione: imperciocchè le forze de' corpi moſſi con pari velocità ſono in ragion delle maſſe. Lo Scolio anneſſo mi ſuggeriſce, che così non ſiamo obbligati a trattare la velocità U, giacchè non è neceſſario, che la forza alla ſemplice velocità corriſponda. Potrebbe dunque la forza eſſere in ragione di qualunque funzione della velocità affetta di tal condizione, onde al creſcere della velocità s'aumenti ancora la forza.

Ad ogni Geometra è noto, che tali funzioni ſi poſſono eſprimere per un numero di ſemplici poteſtà della velocità ſe non altro infinito. Comincierò il mio raziocinio dall'aſſumere la forza F proporzionale a due poteſtà, cioè $AU^m + AV^n$, indi facendo paſſaggio a tre, quattro, ec. proverò, che tutti gli eſponenti m, n ec. debbono neceſſariamente eguagliarſi, e che per conſeguenza la forza viva viene ad eſſere in ragione d'una poteſtà ſemplice AU^n.

VI.

Propoſizione prima. Problema. Tenute ferme le premeſſe ſuppoſizioni, ſi cerca qualmente abbia ad eſprimerſi la forza viva F avanti il congreſſo de' corpi A, B, e in qual modo riſponda la forza viva reſidua f alla perduta g compiuta la colliſione.

Concioſſiachè (Lemma 4.°) $F = A.\overline{V^m + V^n}$, ed in oltre (Lemma 3°) $f : g :: \varphi A : \varphi B$, ovvero $f : f+g = F = A.\overline{V^m + V^n} :: \varphi A : \varphi A + \varphi B$, ſarà $f = \frac{\varphi A . A.\overline{V^m + V^n}}{\varphi A + \varphi A}$. Ma la velocità de' corpi dopo il congreſſo per ciò, che s'è dimoſtrato lungi da qualunque conſiderazione di forze nel capo precedente, prop. 2.ª corol. aggiunti, ſi eſprime per la frazione $\frac{AV}{A+B}$; dunque la forza f ſarà $= \overline{A+B} . \overline{\frac{A^m V^m}{\overline{A+B}^m} + \frac{A^n V^n}{\overline{A+B}^n}}$. Siamo pertanto pervenuti all' equazione $\varphi A . \frac{A . \overline{V^m + V^n}}{\varphi A + \varphi B} = \overline{A+B} . \overline{\frac{A^m V^m}{\overline{A+B}^m} + \frac{A^n V^n}{\overline{A+B}^n}}$, la quale

quale dopo le debite riduzioni diviene $\frac{\varphi A . \overline{V^m + V^n}}{\varphi A + \varphi B} = \frac{A^{m-1} V^m}{\overline{A+B}^{m-1}} +$

$\frac{A^{n-1} V^n}{\overline{A+B}^{n-1}}$, ovvero $V^{m-n} . \frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B} - \frac{A^{m-1}}{\overline{A+B}^{m-1}} = \frac{A^{n-1}}{\overline{A+B}^{n-1}} -$

$\frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B}$.

Poichè le funzioni φ, e gli esponenti m, ed n sono affatto dalle velocità indipendenti, è d'uopo, che ancor variata la velocità costanti sieno le due grandezze $\frac{A^{m-1}}{\overline{A+B}^{m-1}} - \frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B}$, $\frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B} - \frac{A^{n-1}}{\overline{A+B}^{n-1}}$;

dunque variando anche la velocità V, dev' essere costante V^{m-n}: il che non può verificarsi se non mentre sia $m - n = 0$, ovvero $m = n$.

Se avessi fissata $F = A V^m + A V^n + A V^p$, sarei pervenuto all' equazione $\varphi A . \frac{\overline{V^m + V^n + T^p}}{\varphi A + \varphi B} = \frac{A^{m-1} V^m}{\overline{A+B}^{m-1}} + \frac{A^{n-1} V^n}{\overline{A+B}^{n-1}} + \frac{A^{p-1} V^p}{\overline{A+B}^{p-1}}$, nella quale la V può avere tanti valori dati per A, e per B, quanti richiede il grado dell'equazione; nè può essere generalmente vera posto qualunque valor della V, se non in caso, che tutti gli esponenti sieno tra loro eguali, cioè $m = n = p$: ma è necessario, che la velocità V possa avere tutti i valori, essendo lecito accrescerla, e diminuirla a piacimento; dunque è affatto necessaria l'uguaglianza degli esponenti m, n, p. Cotal discorso ha luogo in qualunque numero di podestà anche infinito; perchè in tal incontro la V sarebbe capace d'infiniti valori, ma non di tutti.

Ponendo nella formola tutti gli esponenti $= m$, e fatta la riduzione si troverà $\frac{\varphi A}{\varphi A + \varphi B} = \frac{A^{m-1}}{\overline{A+B}^{m-1}}$, nella quale mettasi $A = B$, e si avrà

$\frac{\varphi A}{2\varphi A} = \frac{1}{2} = \frac{A^{m-1}}{2^{m-1} . A^{m-1}} = \frac{1}{2^{m-1}}$; dunque $2^{m-1} = 2$: la qual equazione richiede, che sia $m - 1 = 1$, ovvero $m = 2$.

De-

Determinato il valor di $m=2$, lo sostituisco nella equazione $\frac{\varphi A}{\varphi A+\varphi B} = \frac{A^{m-1}}{A+B^{m-1}}$, ed ho $\frac{\varphi A}{\varphi A+\varphi B} = \frac{A}{A+B}$: dunque $\varphi A : \varphi A+\varphi B :: A : A+B$, e dividendo $\varphi A : \varphi B :: A : B$; dunque la forza viva rimanente f alla estinta $g :: A : B$: le quali cose si devono determinare.

Scolio. Realmente la giusta misura della forza viva d'un corpo in moto si desume dal prodotto della massa nella velocità duplicata partito per il binario, cioè dalla magnitudine $\frac{A.\ V^2}{2}$: e che di tale precisione abbiamo a valerci, ne siamo ammoniti dalla teorica delle potenze continuamente applicate, le quali operando per un minimo spazio ci danno l'elemento della forza viva, viene a dire $pds = A.\ VdV$, e sommando $\int pds = \frac{A.\ V^2}{2}$.

Ma perchè nel giro del mio raziocinio non si è tenuto conto del divisor 2, sappiasi per liberarci da ogni scrupolo, che l'espressione $F = AV^2$ non si assume in via di stretta egualità, ma piuttosto d'un congruo analogismo.

VII.

Corollario primo. La forza iniziale a quella porzione di forza viva, che dopo l'urto sussiste, sta come la somma delle masse $A+B$ alla massa A costituita in moto, ed all'altra, che nella compressione si spende, come l'aggregato delle masse $A+B$ alla massa B supposta in quiete, cioè $A+B : A :: A.V^2 : \frac{A^2V^2}{A+B} = f$, ed $A+B : B :: AV^2 : \frac{AB.\ V^2}{A+B} = g$.

Corollario secondo. In due maniere si esprime la forza viva delle masse A, B, che seguito il colpo progrediscono colla velocità comune u: primieramente per $\overline{A+B}.\ u^2 = f$, indi per $\frac{A^2V^2}{A+B} = f$; dunque sarà $\overline{A+B}\ u^2 = \frac{A^2V^2}{A+B}$, o pure $u^2 = \frac{A^2V^2}{\overline{A+B}^2}$, ed estratta la radice quadrata, $u =$

$\frac{AV}{A+B}$. Quinci col ſolo canone Leibniziano ſenza l'ajuto del moto trasla-

to ſi ha intorno la comunicazione del movimento fra corpi molli tutto ciò, che per altro mezzo ſi è dedotto nell'anteriore capitolo.

Corollario terzo. La forza g ſpeſa nella vicendevole ammaccatura, ed eſpoſta per $\frac{A\,B.\,V^2}{A+B}$, che ne' corpi dotati di perfetta virtù di molla intera ſi reſtituiſce, ſerve per iſcoprire le leggi, con cui la Natura regola la comunicazione del moto fra i ſolidi elaſtici. Ma di ciò altrove terrò diſcorſo.

Corollario quarto. Nel capo precedente ho dimoſtrato, che ſe il corpo A colla velocità V urta nel corpo B in ripoſo, ed ambo dopo l'azione procedono congiunti colla velocità u; e dappoi il corpo B colla medeſima celerità V colpiſca il corpo A, e compiuta la colliſione camminino di conſerva colla velocità v, queſte due velocità generate dalla doppia percoſſa ſono in ragione della maſſa A alla maſſa B. Ma nella ſteſſa abitudine è parimente la forza viva f, che ſi mantiene, alla forza eſtinta g nel primo, ed all'incontro la eſtinta alla viva nel ſecondo congreſſo; dunque come le predette velocità, così le predette forze.

Corollario quinto. Quinci la forza viva dopo il primo urto alla viva dopo il ſecondo ſta come $A^2 : B^2$, cioè come i due quadrati delle maſſe: ma le forze nella contuſione impiegate in ambo i caſi ſono fra loro eguali, e in ragione del prodotto A B; dunque l'una, o l'altra di eſſe forze è media proporzionale fra le due vive.

VIII.

Scolio primo. Eſſendo nella formola già trovata $\frac{\overline{A+B}^{m-1}}{A^{m-1}} =$ $\frac{\varphi A+\varphi B}{\varphi A}$, fatta A coſtante, lo che di fare ci è permeſſo, ſi aſſuma B in qualità di variabile, ed in tal guiſa correndo fra le maſſe A, B qualunque proporzione di maggiore, o minore inegualità, vado inveſtigando ciò, che ne ſegue. Se pongo $m=2$, e $\varphi A = A$, fra i due membri dell'eſpreſſione ſta ſempre ſalda l'ugnaglianza, ancorchè la maſſa B gradatamente ſcemi, o ricreſca. Nell'altre ipoteſi ciò non ſuccede, nelle quali, acciocchè ſi verifichi l'egualità dipendente da principj ſtabiliti, il valore della maſſa B dee neceſſariamente limitarſi, e ad una grandezza determinata ridurſi.

Meno

Metto per ſervire alla ſentenza Carteſiana l'indice della poteſtà, cioè $m = 1$, e conſeguentemente $\frac{\overline{A+B}^{0}}{A^{0}} = \frac{\varphi A + \varphi B}{\varphi A}$; dunque $\varphi A = \varphi A + \varphi B$; dunque preſcritta la legge, che le forze vive ſieno come le quantità del moto, le ſfere A, B non ponno avanzar cammino dopo il concorſo colla celerità $\frac{AV}{A+B}$, ſe la B non è infinitamente picciola, e minima, o meglio nulla la porzione della forza primitiva, che nel formar la mutazione s'impiega.

Qualunque poi ſia il valore dell' eſponente m, e della funzione φ, ſi cava una ſimile concluſione: lo che non può eſſere ignoto a Geometri, che ſanno far uſo delle curve locali. Valendoſi per tanto de' luoghi $\frac{\overline{A+B}^{m-1}}{A^{m-1}} = \frac{x}{a}$, $\frac{\varphi A + \varphi B}{\varphi A} = \frac{y}{a}$, e deſcritte le due curve, le coordinate variabili delle quali ſiano nella prima B, ed x, e nella ſeconda B, ed y, ſtando la quantità A determinata; ſi noti in quali, e quanti punti ſi taglino; imperciocchè i punti delle interſecazioni ci daranno l'uguaglianza fra le applicate x, y, conforme richiede la noſtra formola, e ſegneranno uno, o più valori della aſciſſa B. Così verremo in cognizione de' caſi particolari, in cui puote aver luogo la premeſſa equazione $\frac{\overline{A+B}^{m-1}}{A^{m-1}} = \frac{\overline{\varphi A + \varphi B}}{\varphi A}$, la quale perchè ſi verifichi univerſalmente, e ſenza alcuna eccettuazione, fa d' uopo, che ambi i luoghi in un ſolo ſi uniſcano, e le due curve l'una ſull' altra ricadano. E ciò non ſi ottiene, ſe amendue non coſtituiſcono una linea retta ripiegata ad angolo pari, e la funzione φ non ſia lineare, e l'eſponente m non eguagli il binario. Allora le due retti naſcenti dalle eſpreſſioni $\frac{\overline{A+B}^{m-1}}{A^{m-1}} = \frac{x}{a}$, $\frac{\varphi A + \varphi B}{\varphi A} = \frac{y}{a}$ ſcambievolmente ſi ſovrappongono, ed in una ſola ſi confondono. In tal poſizione ſemplicemente il problema della comunicazione de' moti ammette un generaliſſimo ſcioglimento, ed

in

in tutte le altre la Natura si troverebbe imbarazzata; perchè trattone qualche incontro particolare, e privilegiato, non saprebbe come adoperarsi nel far passare le forze da corpo a corpo, senza in ogni circostanza alterar le sue leggi, o senza incorrere nell'impossibile.

IX.

Scolio secondo. Mentre i due corpi A, B colle velocità $V, +U$ o per la stessa, o per l'opposta strada si movono, debbe avvertirsi, che nella participazione de'movimenti non sempre opera tutta la forza viva, di cui ambo le sfere sono separatamente fornite. Qualunque volta la palla B più pigra si sottragge in parte al colpo della più pronta A, che la persegue, si debilita l'energìa della percossa, e per lo contrario si avvalora, quando le due masse con opposta direzione s'incontrano. Qualora la massa B costituita in riposo soggiace all'azione della massa A animata dalla forza viva $A.V^2$, siamo in una circostanza, che sta di mezzo in fra due. Per la qual cosa dee considerarsi o l'unica, o la doppia forza, che nell'urto s'impiega, la quale si determina elevando al quadrato la somma, o la differenza delle celerità $V \mp U$, e moltiplicandola nella massa A, ovvero B, lo che è indifferente, per guisa che la virtù agente si esponga a cagion d'esempio per il prodotto $A.\overline{V \mp U}^2$. Se i predetti due globi si collocheranno in un vascello, che cammini colla velocità V, o U, e con tal direzione, che l'una, o l'altra delle due palle stia ferma rispetto allo spazio immoto, si scoprirà qual sia quella forza, a cui la comunicazione del moto si riferisce.

Sia la forza viva avanti il congresso $A.V^2 + B.U^2$, e la relativa determinatrice dell'azione $= \overline{A.V \mp U}^2$. Facciasi come la somma delle masse $A + B$ alla massa B, che si piglia siccome paziente; così la forza $A.\overline{V \mp U}^2$ al quarto termine $= AB.\dfrac{\overline{V \mp U}^2}{A+B}$ dinotante quella porzione di forza, che nell'atto della collisione nell'ammaccare s'impiega. Questa si sottri dalla forza primitiva $A.V^2 + BU^2$, e ne risulta la forza viva, che dopo l'urto si mantiene $= A.V^2 + BU^2 - \dfrac{AB.\overline{V \mp U}^2}{A+B} = f$, ed espurgata la formola, $\dfrac{A^2V^2 \mp 2ABVU + B^2U^2}{A+B} = f$. Ma la forza f si esprime altresì per il prodotto della massa $A + B$ nel quadrato u^2 della velocità, con cui ambo i corpi seguita la percossa congiuntamente procedono; dunque siamo

pervenuti all'equazione $\overline{A+B}.u^2 = \frac{A^2V^2 \mp 2ABVU + B^2U^2}{A+B}$, ovvero

$u^2 = \frac{A^2V^2 \mp 2ABVU + B^2U^2}{\overline{A+B}^2}$, ed estratta la radice, $u = \frac{AV \mp BU}{A+B}$:

dalla quale espressione si ha tutto ciò, che concerne la comunicazione del moto tra i corpi perfettamente molli, e si accorda colla dimostrazione della Prop. sec. Coroll. terzo dell'antecedente Capitolo. Se poi la massa B facesse figura di agente, ed A di paziente, lo che dall'arbitrio nostro dipende, converrebbe usare l'analogìa $A+B : A :: B.\overline{V \mp U}^2 : \frac{AB.\overline{V \mp U}^2}{A+B}$, indi tener dietro al filo dell'analisi, che ci guida alla medesima conclusione.

X.

Scolio terzo. Conciossiachè ne' moti contrarj la forza viva, che persevera terminato il mutuo contrasto, si espone per $\frac{A^2V^2 - 2ABVU + B^2U^2}{A+B} = f$, ed è noto, che la palla A ora supera il corpo B, trasportandolo giusta la sua direzione, ed ora succede al rovescio; si darà un caso speziale, in cui i predetti corpi, che cozzano l'un contra l'altro, non si vincano scambievolmente; onde cessando il movimento si riducano alla quiete. Ciò non può succedere, se la forza f, che suol restar dopo il colpo, non diventa infinitesima, o meglio nulla; imperciocchè in tal circostanza l'intera forza primitiva nelle contusioni si spende. Abbiamo pertanto $A^2V^2 - 2ABVU + B^2V^2 = \overline{A+B}.o$, ed estratta la radice quadrata $AU - BU = o$, o sia $AU = BU$. Quinci si fermeranno i due corpi A, B, quando le velocità V, U saranno in ragion reciproca delle masse, ed i mobili si verranno incontro con quantità pari di movimento.

Quì non vorrei, che si cavasse una conseguenza, che intanto i corpi A, B si arrestano, in quanto gl'impeti AV, BU eguali, e contrarj, per cui da' Cartesiani si misurano le forze vive, vicendevolmente distruggonsi. Alle cose altrove dette su questo particolare aggiungo, che le quantità del moto non si reputino cause fisiche, ma piuttosto indizj, che ci danno contezza di alcune verità secondarie alla legge principale appoggiate. Gli effetti menzionati dalle forze vive AV^2, BU^2 unicamente, e non altronde traggon l'origine: e perchè si suppone, che compiuta la duplicata percossa, il movimento totalmente si estingua, ne segue per necessaria conseguenza, che in ambo le sfere l'azione nel medesimo tempo finisca: altrimenti se esausto il vigore dell'una, e nell'ammaccatura omninamente consunto, l'altra

tra con qualche reſiduo di forza ſeguitaſse ad agire, il moto affatto non ceſserebbe. Riflettendo poi, che quanto uno d'eſſi corpi opera, altrettanto l'altro patiſce, e che le due azioni, e reazioni, cioè l'azione del primo A unita alla ſua reazione, mentre ſi oppone allo ſforzo del ſecondo B, ovvero al contrario, ſono pari, ed in pari tempo ſi eſercitano; è coſa chiara per i canoni delle forze, e delle reſiſtenze continuamente applicate, che per una parte, e per l'altra deggiono i mobili venirſi incontro con eguali quantità di moto, le quali anno una ſtretta relazione alla formula $\int f dt = mu$, cioè all'aggregato delle forze morte moltiplicate nelle fluſſioni del tempo. Ed in ordine a ciò nulla importa, che le forze vive contraſtanti colle reſiſtenze ſiano eguali, o diſuguali; baſtando ſemplicemente, che in produrre gli effetti delle contuſioni alla lor energia proporzionati un pari tempo c' impieghino.

XI.

Voglio, che la quantità del moto A V ſia maggiore di B U, e divido (Fig. 29. 30.) la maſſa A in due porzioni C, D, colla condizione, che abbiaſi D V = B U. Facciaſi, che i corpi D, B impreſſionati di pari quantità di moto s' incontrino; e per le coſe dette amendue ſi fermeranno, e la ſomma delle forze vive $D.V^2 + BU^2$ tutta ſi ſpenderà in contuſioni. Al primo urto ſucceda immediatamente il ſecondo, per cui la palla C animata dalla forza viva CV^2 percuota le ſfere D, B unite, e prive di moto. E perchè una parte della forza viva $C.V^2$ dopo il ſecondo colpo rimane viva, e l'altra parte paſſa in morta, iſtituiſco conforme il ſolito l'analogia

$C + D + B = A + B : D + B :: CV^2 : \overline{\frac{DC + BC}{A + B}}.V^2$, e queſto quarto termine ci eſpone quella porzione di forza, che nelle ammaccature ſi ſpende. Appreſſo come $C + D + B = A + B : C$, così $C.V^2$ alla quarta quantità $= \frac{C^2 \cdot V^2}{A + B}$ eſprimente la forza viva, che ſi conſerva, la quale ſe ſi partirà per la ſomma delle maſſe $A + B$, indi ſi caverà la radice quadrata; avremo la comune velocità de' corpi A, B procedenti di conſerva dopo la doppia percoſſa $= \frac{CV}{A + B} = \frac{AV - BU}{A + B}$ il moto de' quali ſeguita neceſſariamente la direzione del globo C, ovvero A, in cui la quantità del movimento, e non ſempre la forza viva predomina.

XII.

Il metodo, che ho seguito ed in questo, e nel precedente capitolo per determinare le leggi della comunicazione del movimento tra i corpi perfettamente molli, m'apre la strada per decidere una curiosa, ed importante quistione, se i canoni fondamentali, e secondarj, che prescrivono le regole ai moti comunicati, alle forze vive, e morte, ed alle continuamente applicate, sieno di congrua elezione, ovvero di precisa necessità. Non si disputa già, se la Natura metta in opera quelle leggi, che dai fenomeni ci vengono manifestate; imperciocchè su questo punto i Fisici ammoniti dalla esperienza vanno d'accordo: ma si dividono in due partiti, qualora si cerca per mettere la controversia sotto un altro aspetto, se dato l'essere alla materia, che corredata delle sue passive affezioni estensione, ed impenetrabilità si suppone priva di moto, e di forza, per ridurla a sistema possano stabilirsi nuovi canoni affatto diversi da quelli, che si veggono adoprati nella presente costituzione di cose; onde nasca un'altro ordine, ed un altro Mondo, senza che da tale arbitraria mutazione ne seguano assurdi, e contraddizioni. O pure se le leggi poste in pratica siano talmente adattate all'essenza della materia, e sì fattamente legate colle sue originali proprietà, che l'alterarle, ed il variarle altro non sia, che introdurre ipotesi immaginarie ed impossibili, le quali non possano prodursi, ne sostenersi. Sarebbe molto malagevole impresa farsi a sciogliere il quesito, come suol dirsi a priori, deducendo la vera sentenza da'primi immediati, ed incontrastabili principj. Converrà dunque procedere per un sentiero indiretto, ed andar in traccia di quelle sconvenevolezze, che indubitatamente i sistemi mal concertati accompagnano: ma non è così facile lo svolgere un filo di legittime conseguenze, che ci guidino a ripugnanze assolute, e metafisiche, le quali siano alla possibilità delle cose diametralmente contrarie. Parmi d'aver tanto in mano per le dimostrazioni, che ho esposte, che posso promettermi d'una buona riuscita, senza dipartirmi dal mio soggetto delle forze vive, e de' moti partecipati.

XIII.

Il celebre Leibnizio co'suoi Seguaci si è dichiarato per la prima opinione: e ciò non dee recarci maraviglia; imperciocchè egli ha ragionato coerentemente alle proprie massime, ed una preoccupazione tenacemente radicata, o vera o falsa che sia, tirasi dietro le sue conclusioni. Già si sa essersi lui dato a credere, che Dio abbia creato l'ottimo Mondo, e che la Divina Onnipotenza non possa estendersi a fabbricarne un migliore. Questa immaginazione ha fatto un grandissimo rumore nella filosofica Repubblica, e c'è tutta via chi la difende siccome una verità manifesta, e chi siccome uno strano paradosso la impugna. Ma se per condiscendenza si lascia correre, e si reputa almeno probabile, e d'una palese falsità non per anche convinta; ne segue, che mal potendosi combinare la necessità colla scelta dell'

dell'ottimo, ed avendoſi ad accoppiare colla ſtruttura dell'univerſo tra tutti i poſſibili il più perfetto quelle leggi, che poggiano ad un pari grado di perfezione; ſi debbe inferire, ch'eſſe leggi ad un maſſimo fine dirette ſieno di elezione, e di convenienza, ed appropriate al premeditato diſegno.

Al parere del Leibnizio ſi oppone una difficoltà ſecondo me oltre modo malagevole a ſuperarſi. Sotto il catalogo di queſte leggi preferite a tutte l'altre dalla Sapienza del ſupremo Artefice avrebbe ad annoverarſi la teorica delle potenze equipollenti, la quale ſe con una particolare eccettuazione fra le neceſſarie dee collocarſi, ci cade ſubito, e con ragione in ſoſpetto, che le altre ſovra menzionate alla ſteſſa claſſe appartengano. E' riuſcito al dottiſſimo Sig. Daniello Bernoulli di liberarſi in parte dal pregiudizio, dappoichè nel primo Tomo de' Comentarj della Imperiale Accademia di S. Pietroburgo con un ingegnoſo progreſſo ha dimoſtrato, che le leggi moderatrici della compoſizione, e della riſoluzione delle potenze non ſono già contingentemente vere, ed adottate dall'Autore della Natura ad unico oggetto di cavare dal fondo della ſua infinita poſſanza l'ottimo ſiſtema; ma bensì certe, ed evidenti, e d'una certezza, ed evidenza metafiſica ne' principj, e geometrica nelle deduzioni: per modo che non ſe ne ponno ſurrogare delle altre nè migliori, nè peggiori ſenza incorrere in una manifeſta contraddizione.

Queſto ſaggio dovea per lo meno ammonire il lodato Matematico a non fidarſi della ſentenza Leibniziana, e potea ragionevolmente dubitare, ſe i Canoni del Galileo concernenti le forze follecitanti; ſe quello del Leibnizio intorno la miſura delle forze vive, ſe gli Ughenianí de' moti comunicati, e delle forze centrifughe foſſero di congruenza, e di beneplacito, o pure di ſtretta indiſpenſabile neceſſità. Egli è vero, che mancavano le dimoſtrazioni per l'una, e per l'altra parte: ma chi poteva indovinare, che col tempo non compariſſero, e non toglieſſero di mezzo la perpleſſità? Tanto più che quella da lui novellamente ſcoperta ſtimolava i Geometri a fare nuovi ſforzi per afferrare la verità.

Ed in fatti dachè il P. Vincenzo Riccati ci ha fatto toccar con mano, che nelle forze compoſte ha luogo l'uguaglianza delle azioni miſurate dai prodotti delle potenze ne' minimi ſpazj, ed appreſſo quella, che ſi ravviſa fra i quadrati delle velocità elementari: dachè l'Eulero ha demoſtrativamente dedotto le comunicazioni dei moti tra i corpi molli, e gli elaſtici dalle forze continuamente applicate; dachè io ho dimoſtrato la dipendenza immediata de' movimenti partecipati dalla teorica Leibniziana delle forze vive; egli è più chiaro della luce del Sole, che le leggi naturali ſono talmente inſieme connеſſe, che ſe taluna d'eſſe è aſſolutamente neceſſaria, le altre non poſſono mai eſſere d'indole diverſa; onde fra le contingenti abbiano a riporſi. Così la lite è ſopita: ma per maggior dilucidazione gioverà riguardar la coſa da tutti i lati.

XIV.

Quando il ragionamento cade ſul poſſibile, e ſull'impoſſibile, fa dimeſtiri procedere con accurata circoſpezione, e non ſiamo mai cauti abbaſtanza; concioſſiachè ſpeſſe fiate ci ſi fa innanzi un' apparente ripugnanza, che eſaminata di ſondo ſi dilegua e ſvanisce, ed alle volte per quanta induſtria ſi adoperi non ci va fatto di ſcoprire quello inconveniente, che per eſſer meſſo in lume ha biſogno d'una lunga ſerie di deduzioni. Si dee dunque tenere il giudizio in bilancia, ſinattantochè una rigoroſa dimoſtrazione cavata da principj fermi, ai quali non ſi poſſa negar fede, ponga in quiete il noſtro intelletto.

Egli è certo, che i Teoremi d'Aritmetica, di Geometria, e di Analiſi, che ſi appoggiano ad evidentiſſimi pronunziati, ſono propoſizioni di eterna ed immutabile verità. Si ſconvolgano da capo a fondo le leggi della Natura, e ſi dia l'eſſere a nuovi Mondi dal noſtro totalmente diverſi; ſarà ſempre vero a cagion d'eſempio, eſſere i numeri forniti delle proprietà da noi dimoſtrate, le quali non ponno diverſificarſi, ſenza dar di petto nell' impoſſibile. All'incontro nelle inveſtigazioni fiſiche la noſtra mente bene ſpeſſo non vede chiaro abbaſtanza per diſcernere, ſe ci ſia, o non ci ſia la cercata contraddizione; imperocchè ci ſi preſentano alle volte motivi del pari probabili, o almeno non convincenti, che laſciano nella primiera incertezza.

Maneggiata la quiſtione, che abbiamo alle mani, per via di ſemplici conghietture, egli ſembra da un canto, che non eſſendo il moto eſſenziale alla materia (mentr'eſſa ſenza perdere alcuna delle ſue innate proprietà può egualmente trovarſi in movimento, o in quiete) ſembra dico, che le leggi ſpettanti al moto, ed alla forza, ſiccome accidentali, e ſtraniere alla trina dimenſione impenetrabile, e ad eſſo lei ſovrappoſte, ed al di ſuori addoſſate, abbiano ad annoverarſi fra quelle, in cui ha luogo l'elezione, e l'arbitrio del ſommo Facitore, ed in cui il motivo della preferenza nella maggior perfezione del ſiſtema unicamente conſiſte.

Dall'altro canto fra gli attributi della materia non dee traſcurarſi l'inerzia proporzionale alla maſſa, e che, come a ſuo luogo abbiamo ſpiegato, è una conſeguenza della impenetrabilità, e pare inſerita nell'eſtenſione unicamente in grazia de' movimenti. Da eſſa deriva la ripugnanza, che ſi oſſerva in tutti i corpi al cangiamento di ſtato in paſſando dalla quiete al moto, o al contrario. Ora chi ſa, ſe la materia guarnita delle accennate proprietà ſia indifferente ad ammettere con pari prontezza quante ſi voglia diverſe leggi di forza, o pure ne richieda una ſola realmente limitata, e particolare, che il variarla tiri con ſeco qualche graviſſimo inconveniente?

Le più ſottili, e veriſimili ſpeculazioni anno talvolta la diſgrazia di non eſſere le più avverate, e tra queſte io conto l'ipoteſi del Leibnizio intorno le leggi di ſcelta, e di convenienza, delle quali faccio parola. E per darne un riſcontro non uſcendo dal mio ſubbietto, io ſono convinto, che

il

il canone delle forze vive proporzionali alle azioni, e alle velocità duplicate ſia la baſe di tutte le leggi dinamiche de' fenomeni naturali regolatrici; mercè che gli effetti fiſici col movimento aſſociati ſono tutti giuochi delle forze vive, e morte nella materia inerte inneſtate. Ogni altra legge eſcogitabile, parto della noſtra fantaſia, ridotta dall'idea al fatto porta con ſeco diſordini, e ripugnanze: e perciò francamente aſſeriſco, che la legge Libniziana contro l'intenzione del ſuo celebre ſcopritore è di preciſa neceſſità, e non d'arbitrio, e di congruenza.

XV.

Si rivolga la mente ſopra la ſerie delle dimoſtrazioni, da cui ho raccolte le leggi, onde i corpi molli ſi comunicano il movimento. I principj, di cui mi ſono ſervito, non ſono fiſici, e dedotti dalla ſperienza, ma meteſiſici, e geometrici, e tali, che forniti vanno d'una evidenza incontraſtabile, e neceſſaria. Da queſti con rigoroſe deduzioni ho provato, che le forze vive devono ſerbare la ragione compoſta, ſemplice delle maſſe, e duplicata delle velocità; che le quantità del moto, ſottratte però le contrarie, ſono eguali prima, e dopo dell'urto; che il centro di gravità conſerva il ſuo movimento, e che quando un corpo in moto urta in un altro quieto, la forza reſidua ſta a quella, che s'è conſumata nell'ammaccare, come la maſſa del corpo urtante alla maſſa del corpo urtato, e tutte l'altre condizioni, che accompagnano la comunicazione del movimento. Pertanto conchiudo, che allora ci ſarà permeſſo di collocare queſte proprietà fra le contingenti, quando ſi crederà di poter cancellare i premeſſi Aſſiomi dal numero di quelle prime verità, che ſono note per ſe medeſime. In queſto mentre non ci dia noja, che la legge regolatrice della preſente coſtituzione dell'Univerſo ſia neceſſaria, e non contingente; concioſſiachè dove ho tenuto diſcorſo delle cauſe finali, ſi è provato, che la neceſſità ſi concilia colla indifferenza, e che all'arbitrio Divino, ed Umano ſi ſottopone.

CAPITOLO VIGESIMO

Della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elastici.

I.

DAppoichè mi è riuscito di dimostrare, riducendo la cosa all'assurdo, non esser possibile qualsivoglia altra legge di forze, trattane la scoperta dal Leibnizio, che la misura per il prodotto della massa nella velocità duplicata, proseguisco il mio cammino, e me ne vaglio nell'investigare la comunicazione de' movimenti tra i corpi di squisita virtù di molla forniti. Sieno due solidi A, B (Fig.29.) di tal natura, i quali prima dell'urto procedano colle velocità date V, U, e dopo la percossa, e la riflessione colle velocità ignote v, u; si dimanda qualmente queste abbiano a determinarsi.

Il chiarissimo Signor Jacopo Ermanno elegantemente si fa strada alla soluzione del quesito nella seguente maniera. Premette egli, che si conserva compiuto il colpo quella medesima quantità di forza viva, da cui erano animati i due corpi avanti la collisione, e facendo uso del canone Leibniziano, propone per fondamentale la formula

$$(1^a)\quad AV^2 + BU^2 = Av^2 + Bu^2$$

Quinci fingendo, che i detti corpi si muovano tanto prima, quanto dopo l'incontro in una nave, che cammini colla velocità infinitesima dW, giusta la direzione per esempio della palla A, osserva, che lo Spettatore costituito sul lido immobile, quand'avesse occhi acuti, che potesse discernere ogni minimo incremento di celerità, vedrebbe il corpo A muoversi prima della percussione colla velocità $U + dW$, e terminata l'azione colla celerità $V + dW$. Dicasi lo stesso del corpo B, ed in tale stato, prendendo di bel nuovo le forze secondo la sentenza del Leibnizio avremo

$$(2^a)\quad A.V^2 + 2A.VdW + B.U^2 + 2B.UdW + A.dW^2 + B.dW^2 = A.v^2 + 2A.vdW + B.u^2 + 2B.udW + A.dW^2 + B.dW^2.$$

II.

Espurgata questa formola, prima col toglier di mezzo i termini $A.dW^2$, $B.dW^2$, che si elidono, indi col levare quegli altri, che formano egualità attesa la prima equazione, cioè $A.V^2 + BU^2 = A.v^2 + B.u^2$, e final-

finalmente col dividere i termini reſtanti per la quantità comune $2dt$, naſcerà la equazione

(3ª) $AV + BU = Av + Bu$,

dalla quale impariamo, che le quantità del moto, cioè a dire i prodotti delle maſſe nelle reſpettive velocità ſono eguali tanto avanti, quanto ſeguita la collisione: ed in oltre ricaviamo per via di corollario, che il centro di gravità delle due sfere A, B cammina e prima, e dopo l'urto colla ſteſſa velocità, e direzione; eſſendo nel primo caſo la celerità d'eſſo centro

$\frac{AV + BU}{A + B}$, e nel ſecondo $\frac{Av + Bu}{A + B}$.

Prendaſi per mano l'eſpreſſione prima, e traſponendo i termini ſi riduca alla

(4ª) $AV^2 - Av^2 = Bu^2 - BU^2$,

e lo ſteſſo facciaſi della terza; onde ſi abbia

(5ª) $AV - Av = Bu - BU$,

e poi dividendo i membri della equazione 4ª per i corriſpondenti della 5ª ci ſi preſenterà la

(6ª) $V + v = u + U$,

dalla quale ſi deduce, che la velocità relativa, con cui le palle A, B ſi avvicinano avanti la percoſſa, non è diverſa dalla velocità relativa, per cui dopo l'urto eſſe palle ſi allontanano.

Altro non rimane, ſe non che dalla formola 6ª ſi cavi il valore dell'una, o dell'altra incognita per eſempio di $u = U + v - U$: il qual valore ſoſtituito nella equazione 3ª ci darà la

(7ª) $AV + BU = BV - BU + Bv + Av$,

e fatte le debite operazioni,

(8ª) $v = \frac{AV + 2BU - BU}{A + B}$,

e col medeſimo metodo ſi viene a ſcoprire il valore di u

(9ª) $u = \frac{BU + 2AV - AU}{A + B}$.

III.

Sin quì il Signor Ermanno, ed io dalla ingegnoſa ſpecolazione piglio il motivo di aggiugnerci alcune importanti conſiderazioni. Perchè i ſeguaci del Carteſio vorrebbero pure, che ſi prendeſſe la miſura delle forze vive

dalla quantità del moto; facciamci ad eſaminare coſa ſucceda nella loro ipoteſi tenendo dietro al progreſſo di ſopra eſpoſto.

L'equazione adunque fondamentale in queſto ſiſtema ſarà.

(1ª) $AV + BU = Av + Bu$.

Ora poſto che la comunicazione del moto facciaſi in una barca procedente colla velocità infinitamente picciola dW; ognuna delle quattro velocità, cioè V, U, v, u verrà aumentata riſpetto coloro, che ſtanno fermi ſulla ſpiaggia, della fluſſione dW, e conſeguentemente le quantità del moto, che ſi eguagliano e prima, e dopo il colpo, ci danno l'equazione

(2ª) $AU + AdW + BU + BdW = Av + AdW + Bu + BdW$.

Cancellati i quattro termini finiti, fra i quali ſi dà uguaglianza, $AV+BU = Av + Bu$, e partiti quelli, che reſtano, per dW, haſſi l'eſpreſſione inetta $A + B = A + B$, o ſia $o = o$.

Da queſta formola nugatoria dobbiamo inferire, che mal ſi è preſa per fondamentale una legge, che da ſe ſola non può condurci allo ſcioglimento del Problema. In fatti per rinvenire i due valori delle incognite velocità v, u ci vogliono due differenti eſpreſſioni, una delle quali naſca dalla legge principale, e l'altra da una legge di conſeguenza dipendente dalla ipoteſi, che la comunicazione de' moti ſi faccia in un vaſcello, che viaggi con inaſſegnabile celerità. Se prendiamo per canone capitale il Leibniziano, la ſuppoſizione aſſunta ci ſomminiſtra il Carteſiano in qualità di ſecondario: ma ſe queſto ſi piglia ſiccome principale, giacchè da eſſo ſtante la ſeconda equazione inutile non ſi cava l'acceſſorio; ſiamo ſempre da capo, e nulla ſi ottiene; onde la ſoluzione del queſito ſi riduca a buon termine.

IV.

Quinci poſſiamo francamente conchiudere, che la legge Carteſiana ſola non baſta per conſeguire l'intento, e che fa di meſtieri accoppiarla con un altra, che da eſſa in neſſun modo dipende. Ed io ſfiderei i Fautori della ſentenza contraria a ſviluppare compiutamente la propoſta quiſtione ſenza riſuggire alla legge del Leibnizio, o a qualche altra, che ne deriva immediatamente.

Ci ſerva d'eſempio la legge, per cui il centro di gravità delle maſſe A, B e prima, e dopo la percoſſa cammina con pari velocità: la qual legge è una ſpezial conſeguenza della ſuppoſta uguaglianza fra le quantità del moto. Ci ſi preſentano dunque le due formole $AV + BU = Av + Bu$, $\frac{AV + BU}{A+B} = \frac{Av + Bu}{A+B}$: ma nè meno queſti due canoni uniti inſieme ci ſomminiſtrano alcuna determinazione; imperocchè qualunque giro d'analiſi ſi metta in opera, anderanno ſempre a finire in equazioni nugatorie. E da ciò di bel nuovo s'inferiſca, che non viene a feſta nè la legge Carteſia-

ſiana da ſe ſola, nè combinata con altre leggi, le quali come tanti corollarj da eſſa fluiſcono.

All' incontro ſe da noi ſi accoppierà col Carteſiano un qualche altro principio, che ſi riduca al Leibniziano, e ſia dagli Avverſarj ammeſſo per buono, le formole, che ſe ne deducono, non ſaranno altrimenti vane, ma tali, che ci guideranno ſpeditamente alla ſoluzione. Potrei valermi del Canone di Criſtiano Ughenio, da cui ſi ſa aver tratta la ſua regola il Leibnizio, ed è, che il centro di gravità dei peſi cadenti tanto aſcenda, quanto è diſceſo.

Ma per non partirmi dalle coſe, che ſi hanno ſotto gli occhi, di ſopra al numero 2°. ſonoſi dedotti i valori delle due velocità ignote v, u dal congiungere le due equazioni 3ª, e 6ª, la prima delle quali ci dà l'eguaglianza fra le quantità del moto, e la ſeconda fra le velocità relative. Ora io dico, che unite inſieme queſte due leggi, ſi perviene al canone Leibniziano. Eſſendo per una parte $AU + BU = Av + Bu$, e per l'altra $V + v = U + u$, ſe ſi moltiplicheranno uno per l'altro i membri corriſpondenti delle predette equazioni, non ſi turberà l'egualità. Avremo pertanto

$$AU^2 + BUV + AVv + BUv = Avu + Bu^2 + AUv + BUu,$$

e traſponendo due termini,

$$AV^2 + BUV + BVv - BUv = Avu + AUv - AVv + Bu^2.$$

Ma $V + v - u = U$, ed $u + U - V = v$ in virtù dell'eguaglianza fra le velocità relative; dunque $\overline{V + v - u} \times BU = BU^2$, ed $\overline{u + U - V} \times Av = Av^2$. Dunque fatte le opportune ſoſtituzioni, $AV^2 + BU^2 = Av^2 + Bu^2$, lo che ec.

V.

Siamo documentati abbaſtanza, che dal canone fondamentale delle forze vive miſurate dalle maſſe nei quadrati delle velocità la regola ſecondaria concernente le quantità del moto, con tutte quelle, che dall'una, o dall' altra, o dai loro combinamenti dipendono, traggon l'origine. Per confermar maggiormente le coſe fin ora dette io noto, che la legge primaria adoperata dalla Natura, a fine di regolare la diſtribuzione de' moti ne' corpi elaſtici, dee neceſſariamente eſſer fornita d'un requiſito, di reggere in tutti que' caſi, ne' quali la forza ſi mantiene intatta, e di reggere in maniera, che non reſti punto alterata dalla mutazione di quelle circoſtanze, che non giungono a diverſificare la quantità della forza primitiva. Queſta verità deriva da un principio incontraſtabile inculcato dal Leibnizio, che ad una cauſa piena riſponde un effetto intero, e quelle ipoteſi, ſebbene comunemente abbracciate, che mettono all'aſſioma una qualche eccettuazione, ſi reputino ſenza eſitamento o falſe, o per lo meno mancanti.

Ora ſe mi va fatto di dimoſtrare, che nella colliſione de' corpi perfettamente elaſtici ſi mantiene dopo l'urto in tutti gl' incontri, ed in tutte le circoſtanze lo ſteſſo aggregato di forze vive, da cui erano animati avanti la

percoſſa, purchè le forze ſi miſurino conforme la ſentenza Leibniziana: e che all'oppoſto non iſtanno ſempre ſalde, ed invariate le quantità del moto, le quali ſi rinvengono ora maggiori, ed ora minori, ſecondo che i caſi ſi diverſificano, con tutto che non ci ſia nè accreſcimento, nè diminuzione di forza, che non ſi diſperde in altri effetti, ſalvo che in un ſolo impiegandoſi; mi ſembra evidente eſſer la legge del Leibnizio l'unica, e la capitale, ſu cui la Natura va temperando la comunicazione de' moti, e che la Carteſiana è puramente acceſſoria; perchè non ha luogo in tutte le particolari circoſtanze.

VI.

Viene a mio propoſito una ingegnoſa oſſervazione del lodato Signor Ermanno. Se la forza viva d'un mobile dee ſtimarſi dalla quantità del moto, come penſano i Matematici di Francia, e d'Inghilterra comunemente, egli ne ſegue, che una forza determinata può generarne un'altra, la quale ſia alla ſua generatrice in qualunque proporzione di maggiore inegualità. Per eſempio, io dico, che la maſſa $A = 1$ (Fig. 32.) moſſa colla velocità n, eſſendo n un numero intero, è capace d'imprimere la velocità $= 1$ alla maſſa $= n^2$: laonde avendoſi in tal incontro, anche per ſentimento degli Avverſarj, a computare le forze dalla quantità della materia meſſa in movimento con pari velocità; la forza prodotta alla producente ſarà in ragione come il quadrato al lato, cioè a dire in qualſivoglia multipla proporzione: coſicchè ſi potrà accreſcere quanto ci piace l'energia dell'effetto, a confronto di quella della propria cagione.

Urti dunque la ſfera A, la cui maſſa ſi eſpone per l'unità, colla celerità $= n$ nella quieta B di maſſa $= 2n - 1$, queſta ſtanti le regole della comunicazione de' moti già dimoſtrate, cammina compiuto il congreſſo, e ſenza cangiar direzione colla celerità $= 1$, e la palla A retrocede colla velocità $= n - 1$. Quì per ridurre la coſa a maggior evidenza, e toglier di mezzo le gavillazioni de' Carteſiani facciaſi, ch'eſſa palla dia di petto nella corda O ſquiſitamente elaſtica; onde non ſoffrendo alcuna alterazione nella ſua forza, ſia obbligata a rifletterſi, indi a percuotere la nuova ſfera C immota, la di cui maſſa ſi ponga $= 2n - 3$. Accaderà, che il globo C proceda verſo B colla velocità $= 1$, e che A torni indietro colla celerità $= n - 2$. Patiſca eſſo una ſeconda rifleſſione, e nel voltar cammino incontri la terza palla D parimente in ripoſo, e di maſſa $= 2n - 5$; per modo che dopo la percoſſa progrediſca queſta colla velocità $= 1$ per la ſolita direzione, mentre ſi muove la ſfera A in ſenſo contrario colla celerità $= n - 3$.

In tal guiſa ſi vada replicando il giuoco, ſinattantochè dopo iterate rifleſſioni finalmente il corpo A venga ad urtare in un'altro eguale: lo che dee per neceſſità avvenire, ſottraendoſi dal numero pari $2n$ ſucceſſivamente i numeri diſpari 1, 3, 5, 7, ec. Allora reſtando immota la palla A, avrà perduta tutta la ſua forza, e partecipatala paſſo paſſo ad una ſerie di corpi decreſcenti, le maſſe de' quali ci ſi rappreſentano dalla progreſſione $2n - 1$, $2n - 3$, $2n - 5$, $2n - 7$ ec. E perchè queſti corpi tutti camminano per la ſteſſa di-

direzione, e con pari velocità eſpoſta nella noſtra ipoteſi per l'unità; è comune ſentimento d'amendue le Scuole, che la loro forza ſi miſuri dall'aggregato delle maſſe, o ſia dalla ſomma della predetta progreſſione, la quale ſi trova eſſere preciſamente $= n^2$; ſapendoſi già, che ſommata una ſerie di numeri impari decreſcenti ſino all'unità, eſſa è uguale al numero de' termini n elevato al quadrato.

VII.

A buon conto ſi è provato evidentemente, che la maſſa $A = 1$ animata dalla velocità $= n$ ha vigore abbaſtanza per mettere in moto la maſſa n^2 colla velocità $= 1$: e quando non vogliam negare la neceſſaria immutabile corriſpondenza tra la cauſa, e l'effetto; altro non poſſiam dire, ſe non che la forza viva del corpo A moſſo colla celerità n ſia $= A \times n^2$; viene a ſignificare pari alla maſſa moltiplicata nel quadrato dell'attuale velocità, conforme a ciò, ch'è ſtato inſegnato dal Leibnizio.

Per via di corollario ſi noti, che mentre la palla A va perdendo a gradi eguali la celerità, o la quantità del moto, riducendoſi di paſſo in paſſo la velocità n ad $n-1$, $n-2$, $n-3$ ec., onde ſi formi una ſerie aritmetica decreſcente, che ha per differenza l'unità, e finiſce nel nulla; la forza viva della ſuddetta ſfera A va con diverſa legge ſcemando, cioè per mezzo d'un altra ſerie aritmetica calante di numeri impari, che anno per differenza il binario, e terminano nell'unità. Per la qual coſa le forze, che nel corpo A ſi conſervano, ſi eſprimono ſempre per i quadrati di que' numeri, che formano la progreſſione decreſcente de' numeri naturali.

A cagion d'eſempio poſta la velocità del globo $A = 5$, onde ſia la ſua forza viva $= 25$ ſe nella prima percoſſa perderà eſſa un grado di celerità, e tornerà indietro colla velocità $= 4$, la forza comunicata al corpo B ſarà $= 9$, e la reſidua $= 16$ quadrato di 4: e ſe nel ſecondo colpo perderà un altro grado di celerità, e ne conſerverà tre gradi; la forza partecipata al ſolido C ſarà $= 7$, e la reſtante $= 9$, e così di mano in mano. E quinci naſce una curioſa analogia fra le predette comunicazioni di moto, ed i gravi, che diſcendono, o aſcendono accelerati, o ritardati da una forza centrale coſtante, ne' quali ha luogo la ſteſſa legge delle forze acquiſtate, o perdute per via dei numeri impari, giuſto la dottrina del Galileo.

VIII.

Parmi, che ſia meſſo abbaſtanza in chiaro con qual infallibile criterio abbianſi a diſtinguere le leggi fondamentali dalle acceſſorie. So d'aver ancora tenuto qualche diſcorſo in tal propoſito, ma la materia vuole più accuratamente illuſtrarſi. Le prime con tutte l'altre, che da eſſe immediatamente dipendono, deggiono ſuſſiſtere in ogni evento ſenza qualſiſia variazione; acciocchè non patiſca eccezione l'aſſioma, che ſtabiliſce una inalterabile uguaglianza fra la cagione, e l'effetto, quando la cauſa tutta nel produrre il ſuo effetto s'impiega. Non così le ſecondarie inſieme con quelle, che da ef-

fet-

ſe derivano, e con certe altre leggi naſcenti dal combinamento delle capitali, e delle acceſſorie, le quali tutte rimangono frequentemente alterate, mutata talvolta una ſola circoſtanza. E la ragione ſi è, perchè non avendo eſſe punto che fare colla ſtretta relazione, che dee paſſare fra le cagioni, e gli effetti, purchè queſta ſi mantenga illeſa, non importa, che reſtino bene ſpeſſo diverſificate certe affezioni, e proprietà ſecondarie, che in neſſun modo turbano l'economia de' canoni fondamentali

Appoggiato a queſto principio di metafiſica evidenza il P. Vincenzo Riccati ci ha fatto toccar con mano, che in parecchi caſi, e moltiſſimi altri ſe ne potrebbero aggiungere, la Natura abbandona la regola Carteſiana intorno l'uguaglianza fra le quantità del moto, e che ſempre mai alla Leibniziana delle forze vive coſtantemente ſi attiene. Per ora s'applichino i calcoli all' eſempio poco fa addotto, e ſaremo convinti, che ſebben dopo ciaſchedun colpo in particolare ſi mantiene la ſteſſa quantità relativa di movimento, che riſiedeva ne' corpi avanti il congreſſo; ciò però non ſuccede ogni qual volta la palla A ſenza accreſcimento, o diminuzione della propria forza è obbligata a rifletterſi. Precedentemente ad ogni azione era la quantità del moto della ſfera $A=n$, e ſeguita la colliſione, conforme il computo degli Avverſarj $=2n-1-n+1=n$. Ma dopo il ripercotimento ſi trova eſſere $=3n-2$, e di conſeguenza la quantità del movimento non pareggerà la primitiva, ſe non ſe nell' unico caſo, che ſia $A=B$; nella qual ipoteſi compiuto l'urto, la maſſa A ſi ferma, e non ſoggiace alla rifleſſione.

Non è dunque maraviglia variarſi il ſolito moto del centro di gravità, il quale dopo il ribattimento non cammina colla medeſima celerità, con cui viaggiava avanti, e dopo la percoſſa. Il moto rifleſſo altresì introduce una non diſſimile alterazione nell' altra legge, che prima, e dopo la colliſione ſiano uguali le velocità relative, formandoſi queſto canone, come ſi è veduto, dall'accoppiamento delle due leggi principale, e ſecondaria. La coſa è per ſe ſteſſa manifeſta, nè io mi fermerò di vantaggio a dedurne i computi.

IX.

Intanto non ſarà ſoggetta a variazione la legge dell' Ughenio intorno la diſceſa, e l'aſcendimento del centro di gravità per eſſere una immediata conſeguenza della dottrina Leibniziana, la quale mutate le circoſtanze non reſta punto alterata; concioſſiachè nel caſo di ſopra addotto, o prendaſi la velocità negativa $=-n+1$ del corpo A, che torna indietro dopo il colpo, o la celerità poſitiva $=n-1$, che nello ſteſſo corpo A dopo la rifleſſione riſiede; la forza viva computata dalla ſua maſſa moltiplicata per lo quadrato della velocità in amendue le ſuppoſizioni ſarà ſempre $=n^2-2n+1$, a cui aggiunta la forza del corpo B, la quale procedendo egli, colla velocità $=1$ ſi dee miſurare dalla maſſa $=2n-1$; avremo $n^2-2n+1+2n-1=n^2$, viene a dire alla forza primitiva, da cui era affetta la maſſa A prima di qualunque azione.

S'in-

S'incontrino dunque una, o più volte le due palle A, B, e partecipino ad altre C, D o tutta, o in parte la loro forza, e di più siano soggette a replicate riflessioni sotto qualsivoglia angolo; accaderà sempre mai, che tanta forza si conservi dopo le iterate azioni, quanta se ne aveva, prima che i corpi vicendevolmente se la comunicassero. Per la qual cosa conchiudo essere fondamentale in Natura la legge menzionata, per cui viene generalmente regolato il sistema del Mondo, che nelle particolari congiunture a variazioni a guisa delle secondarie non è sottoposta, e che sola salva il gran principio, che quella forza, che in se riceve l'effetto, alla cagione si toglie: laonde non può mai intervenire, che la virtù della causa dalla corrispondente dell'effetto sia superata.

X.

Ben è vero, e dal citato P. Riccati nella Giornata undecima de' suoi Dialoghi ne siamo stati ammoniti, che tal fiata le leggi men principali si separano, e mentre una d'esse tuttavia sussiste, l'altra si esclude, e si abbandona, sciogliendosi la connessione, che in molti incontri le teneva apparentemente insieme legate. Ma si complicano alle volte talmente i dati, e si mescono le circostanze, che si viene in cognizione non essere tanto stretto il commerzio, quanto da noi si supponeva delusi da una fallace analogia, e da una mancante induzione.

Considerata la mutua collisione di tre o più corpi, e siano pure o perfettamente molli, od elastici, o d'una media consistenza, si dimostra, che seguito il congresso stanno salde le forze primitive, ma non già le quantità del moto. In questo mentre chi si sarebbe avvisato, che ciò non ostante non succedesse alterazione di sorta nel centro di gravità, il quale dopo le scambievoli azioni prosegue a camminare colla primiera velocità, e per la medesima direzione?

E' più facile perseverando sempre la somma delle forze vive, canone che non soggiace a variamento, tener anco ferme le quantità del movimento, e nello stesso tempo far sì, che il centro di gravità muti stato, e nella sua celerità, e nella linea del suo viaggio: seppure si può appropiare un vero, e fisico cangiamento di stato ad un punto immaginato da' Geometri per agevolare i loro investigamenti, il quale di massa, d' impenetrabilità, e d'inerzia non è fornito, ed intorno cui non s'impiega forza, quando in certe congiunture è astretto a scorrere per istrade nuove, e con velocità differenti. Ricorra il Lettore alla dottrina degli accessi, e de' recessi spiegata dal menzionato Autore nell'ottava Giornata, e vedrà, che un mobile senza accrescimento, e diminuzione di forza, nè tampoco di quantità di moto, si avvicina tal fiata ad un punto fisso, ovvero ad una linea data di posizione, e tal volta vi si discosta.

XI.

XI.

Serva per ora il ſeguente eſempio. Seguita la colliſione fra due corpi elaſtici A, B (Fig. 33.) moſſi da principio colle velocità V, U procedano ſtaccati colle celerità v, u per la ſteſſa direzione A B G, nella qual ſemplicisſima ipoteſi ſi mantiene nelle due ſfere la quantità iniziale del moto in qualità di poſitiva, avendoſi a prender la ſomma, e non la differenza delle due quantità di moto coſpiranti, che dopo l'urto riſiedono nelle maſſe A, B. La retta A G tocchi ne' punti C, ed E le curve C D, E F aſſunte ad arbitrio, ed i globi B, ed A, giunti ai punti C, E ſieno obbligati dagli intoppi delle ſponde, che accompagnano l'andamento delle curve, a torcerſi dal diritto cammino, e a proſeguire l'uno per la curva C D, e l'altro per la E F il loro viaggio. C'inſegna il Sig. Varignon, ch'eſſi globi deviando dalla linea A B niente perdono di quella velocità, da cui ſono attualmente animati, eſſendo la perduta infinitamente picciola. Concioſſiachè l'inclinazione degli elementi curvilinei toglie ai mobili gradi tali di velocità, che appartengono al ſecondo genere degli infinitesimi, e poggiano al primo, quando ſi è ſcorſa in ambe le curve delineate un' aſſegnabile lunghezza. Trattanto il centro di gravità non ſeguirà la medeſima legge, perchè ſarà ſforzato a muoverſi ad ogni paſſo con variabile celerità: ſegno evidente, che la mutazione di velocità del centro di gravità, la qual ſi ha ſenza forza, è affatto diſgiunta dalla mutazione di ſtato, la quale richiede una forza proporzionale.

Nel ſuperiore eſempio non ſi diverſifica il movimento del centro delle maſſe; ma non iſtà ſalda la quantità primitiva del moto: e nel preſente ſuccede tutto al roveſcio. Per la qual coſa quaſi direi, che la Natura va ſcherzando nell'uſo delle leggi ſecondarie, ora col traſgredirle, ora coll'aſſociarle, ed ora col diſgiungerle. Quinci chi non è ben in poſſeſſo del ſubbietto, ſu cui ſta meditando, e non ne vede per anche il ſondo, non ſi fidi ſe non ſe del canone ſondamentale, che mai non falla. Gli acceſſorj ſi mettan da canto, di cui ſiamo all'oſcuro, ſe nella inveſtigazione abbian luogo: e ſe per ſorta non l'anno, ſiccome ſovente interviene, ſiamo certi d'incorrere in un naſcoſto paralogiſmo. Non mancherà l'occaſione di riaſſumerli in figura di corollarj nel fine dell'inchieſta, ed allora apparirà con chiarezza, qualmente ſi adoperi la Natura o nel diſunire le leggi principali dalle ſecondarie, o nell'accoppiarle.

Mi ſi conceda d'aggiungere un breve epiſodio. Mal ſi appongono i Carteſiani, quando a tutto coſto ſoſtengono, che dopo la lotta di due corpi elaſtici abbia a pigliarſi la ſomma delle quantità del moto, ſe corrono entrambi per la ſteſſa direzione, ed all'incontro la differenza, ſe vanno a ritroſo l'uno dell'altro. Nè ponno altrimenti opinare, qualora confeſſino, come di fatto non ci ha chi lo nieghi, che avanti, e poſteriormente alla percoſſa una pari quantità di movimento deggia perſiſtere.

Non mi ſarà disdetto di deſcrivere quelle ſpezie di curve, che meglio al mio intento ſi confanno. Compiuta l'azione dell'urto, cammini il cor-

po

po B (Fig. 34.) colla ſua velocità per la retta BE, ed il corpo A lo ſeguiti per la ſtrada AE, finattantochè pervenuto in C muti ſentiero, e ſia coſtretto da un canale ad aggirarſi per la curva CFGH dalla figura rappreſentata, la quale tocca la linea ACB nella origine C, dappoi rivogliendoſi per CFG, patiſca in G un fleſſo contrario, e finalmente ritorni al contatto della linea ACB nel punto H. Egli è manifeſto, che giunta la palla A al luogo H, abbandonata la curva, procederà per la via della tangente, ed il ſuo centro non ſi partirà dalla retta AH. Così i due mobili A, B ognuno colla propria celerità s'incontreranno per la medeſima orizzontale, con moti però direttamente contrarj. Quì dimando, ſe atteſe le oppoſte direzioni, le quantità dei moti, da cui eſſi corpi ſono affetti, abbiano da ſottrarſi, come in caſi ſimili praticano gli Avverſarj. No certamente; perchè non ſi manterrebbe l'uguaglianza cogli impeti, che prima della colliſione in ambo le palle riſiedevano. Biſogna dunque prenderne la ſomma; onde l'egualità non ſi turbi, e di conſeguenza non è generale la regola Carteſiana, che dalla premeſſa poſizione di falſo reſta convinta. In oltre ſe ne cava un corollario, che la forza de' corpi in moto, mentre novella forza non ſi aggiunga, o ſi levi per mezzo di qualche cagione eſtrinſeca, nè punto, nè poco ſi diverſifica.

XII.

Conſiglierei i Matematici, che ſi eſercitano nella ſoluzione de' più ardui problemi, a non perdere mai di viſta il noſtro canone principale, che conforme ho detto, e ridetto, tragge la ſua origine dal principio generaliſſimo delle azioni produttrici delle forze vive, applicando le ſollecitazioni delle forze morte agli elementi non del tempo, ma dello ſpazio. Se piglieranno di mira la conſervazione d'eſſe forze vive, oltre che troveranno maggior facilità nello ſviluppare le quiſtioni, ſaranno ſicuri di camminare per una ſtrada regia, che mentre non ſi laſcino incautamente traviare, li guida ſpeditamente alla meta.

Conſento, che alle occaſioni facciano uſo de' teoremi meccanici concordemente ricevuti, a fine di evitar le conteſe: ma quantunque volte allo ſcioglimento del queſito ſon pervenuti, movano un altro paſſo, e rifletano, che in ogni caſo particolare l' inalterabile mantenimento delle forze non patiſce eccezione. Quindi volgendoſi da queſto lato conſeguiranno l'intento per un altro progreſſo, e ſpeſſe fiate più elegante, e più magiſtrale. Appreſſo ſi ha frequentemente il benefizio, che coll'accoppiamento d'amendue i metodi ſi ſcoprano alcune verità, che valendoſi d'un ſolo, non ci ſi farebbono paleſate. Così ſi ſono adoperati a noſtri giorni li Signori Bernoulli, ed Eulero, ed altri Geometri di primo nome, i quali, o ſervendoſi delle maſſime comuni, di dedurre per via di corollario la conſervazione delle forze Leibniziane non ſi dimenticano, ovvero a queſta ſola baſe appoggiano le loro ricerche, oppure non traſcurato l'uno, e l'altro modo, moſtrano la conformità delle concluſioni, ch' indi riſultano.

Dal Signor Giovanni Bernoulli piglio tre eſempj ad impreſtito. In prima vuol egli nel Tomo terzo delle ſue Opere ſtampate in Ginevra al n.° 147, che il peſo M (Fig. 35.) sdruccioli dalle reſiſtenze non impedito per l' ipotenuſa AC del triangolo ACK, e che nello ſteſſo tempo il detto piano poſſa retrocedere ſenza patir fregamento per la linea orizzontale KH; ſi dimanda la velocità del corpo M, e del triangolo ACK, indi la ſtrada, per cui procede eſſo corpo in virtù del moto compoſto, e per ultimo la legge d'entrambe le accelerazioni.

Per giungere alla ſoluzione ſi riſolvono le potenze nelle appropriate equipollenti, e poi ſe ne miſuran le azioni per via di ſerie geometriche, e ſi conchiude nel corollario primo, che la forza accelerante il grave M nella direzione dell' ipotenuſa all' altra, che lo ſtimola unito al piano ACK nella direzione orizzontale, ſta in proporzione compoſta della ipotenuſa alla baſe del triangolo, e della maſſa di tutto il ſiſtema alla maſſa del mobile M. Si aggiunga al coroll. 5.°, che moltiplicando il quadrato della velocità finale del triangolo nella ſua maſſa, indi la maſſa del peſo M nel quadrato della velocità acquiſtata nell' infimo punto, la ſomma di queſte due forze s'eguaglia alla forza viva, di cui ſarebbe fornito il ſolo grave M, ſe foſſe liberamente caduto a piombo per la verticale AK. Proſeguiſce l' Autore a ſoddisfare ad altri problemi per mezzo delle regole note, ma ſempre ne deduce la conſervazione delle forze computate dalle maſſe nelle velocità duplicate.

In ſecondo luogo aſſume egli unicamente queſto principio al n.° 140, dove cerca l'analogia fra le vibrazioni delle corde elaſtiche, e le oſcillazioni de' pendoli, e trova le ſue concluſioni uniformi a quelle dell' Ingleſe Tailoro, ch'era per altro metodo venuto a capo di tale aſtruſo inveſtigamento.

Sia il terzo, ed ultimo ſaggio tolto dal n.° 145. Abbianſi (Fig. 36.) due peſi diſuguali A, B legati dalla ſimicella ACB, che paſſa per la troclea C, ed il maggiore B diſcenda per la curva qualunque CGB tirando in alto il minore A per qualſivoglia altra curva FAC; ſi propone di determinare le velocità de' predetti gravi ne' punti B, A. Due ſcioglimenti del queſito ci dà il lodato Geometra. Nel primo da lui chiamato indiretto ricorre al canone delle forze vive, valendoſi d'un Teorema dipendente, ed è l'Ugheniano, per cui il centro di gravità de' due peſi conneſſi dal filo tanto diſcende, quanto può aſcendere, ſe l'uno, e l'altro d'eſſi colle velocità acquiſtate ſi dirigeſſe ſperatamente all'insù, e con un breve giro di raziocinio conſeguiſce l'intento.

Richiede più indagine il ſecondo metodo, che forſe mal ſi appella diretto. Fa d'uopo determinare la tenacità della cordicella, e dappoi rifuggire alla formula fondamentale $Pds = VdV$, mentre egli è certo, che queſta eſpreſſione, benchè da' Carteſiani non contraſtata, ricade nella teorica Leibniziana delle forze vive. Si nota finalmente aver preſo un manifeſto sbaglio l'Ermanno; eſſendo totalmente diſcrepanti le illazioni. Chi s'internerà nel progreſſo di queſto Scrittore, per altro ſeguace della vera ſentenza, ſi accorgerà eſſerſi lui abuſato delle leggi delle forze continua-

men-

mente applicate, adattandole non alla velocità reale, ma a quella di acceſſo, o di receſſo.

Siamo nel caſo dal P. Riccati ſagacemente avvertito, che gl' impulſi della gravità ſpingono i mobili per le linee verticali, e che eſſi ſono obbligati dalle circoſtanze a progredire per iſtrade obblique, e diverſe. Per la qual coſa fa di meſtiri ſtar bene inteſi, e procedere colla debita circoſpezione. Infatti ſe le due curve C G B, C A F in due rette ſi traſmutaſſero; le due ſoluzioni del Bernoulli, e dell' Ermanno anderebbero d'accordo, e non è difficile a capirne la ragione.

XIII.

Sappiano adunque i Geometri mantenitori del contrario partito, ch' io mi darò per vinto, allora quando faranno eglino altrettanto. Mettano mano in Problemi di pari lavoro, e dappoichè per qualſivoglia via ſieno arrivati al termine delle loro perquiſizioni, s' arreſtino, e mi moſtrino, che gl' impeti, o vogliam dire le quantità del moto ſi conſervano intatte, in qualunque modo nel modificare le cauſe operanti, e gli effetti prodotti la Natura ſi comporti. Io ſo, e dalle coſe dette ne cavo una prova evidente, che non ci riuſciranno; imperciocchè dopo una complicazione d' azioni, e di reazioni, il mantenerſi coſtantemente invariate ſi è una prerogativa, che alle ſole forze vive eſcluſa ogni eccettuazione compete.

Non mi ſi opponga, che bene ſpeſſo l'eſito all' aſpettazione riſponde; concioſſiachè non ho mai negato, che le leggi fondamentali, le quali ſempre ſuſſiſtono, alle volte colle ſecondarie ſi accoppino. Ma ciò non baſta: converrebbe, che non mai falliſſero. Un ſolo caſo, in cui per avventura mancaſſero, e moltiſſimi io poſſo addurne oltre i già allegati, mi documenta di qual indole eſſe ſiano, ed a qual claſſe appartengano. Le riporrò dunque fra quelle, che ſovente ſiccome neglette nel meccaniſmo della Natura non entrano. Si contenta la gran Maeſtra di preſervar illeſe le forze vive ad oggetto di tener ferma la neceſſaria corriſpondenza fra le cagioni, e gli effetti. Delle leggi ſecondarie guari non ſi prende cura, ſe non ſe in quanto in certe congiunture altrove notate, e ſogliono eſſer le più ſemplici, non ripugna, che colle principali vadano di conſerva.

Ora noi, che ſiamo unicamente intenti ad iſcoprire gli artifizj ſegreti della Natura, ſopra ogni coſa guardiamci di farla operare a noſtro ſenno, o piuttoſto a noſtro capriccio. Non ſi vogliono introdurre a contrattempo negli incontri particolari que' canoni acceſſorj, che ſebbene frequentemente vengano a feſta, non an però luogo in parecchj fenomeni; perchè coi capitali conciliar non ſi poſſono. E quando ciò interviene, ognuno comprende, che deggiono traſandarſi, appigliandoſi ſemplicemente ai primarj, che ci guidano dritto per ogni ſentiero: altrimenti ſi rinnegano i principj generali, e ſicuri, per troppo compiacerſi degli ambigui, e de' manchevoli.

CAPITOLO VIGESIMOPRIMO

Si esamina se con altre leggi sia possibile la comunicazione del moto tra i corpi elastici.

I.

SEbbene provate necessarie le leggi, che dirigono la comunicazione del moto tra i corpi molli, non possa mettersi in dubbio, che necessarie altresì non sieno quelle, che riguardano i corpi elastici, pure ho giudicato non esser cosa superflua d'accomodare il metodo del precedente capitolo ad altre leggi di forze vive, e di ricavarne con raziocinio geometrico le conseguenze: giacchè se non tutte, almen molte porteranno seco degli inconvenienti, e resteranno onninamente escluse dalla Natura. Con ciò verremo a confermare vie più, che le leggi naturali non sono di scelta, e d'arbitrio, ma di necessità indispensabile.

Prendo a considerare una supposizione delle più semplici, e voglio, che la forza viva di un corpo in moto sia in ragione composta, semplice delle masse, e multiplicata delle celerità; onde si esprima per il prodotto della massa A in qualunque dignità della velocità, e sia $= A.a^n$. In tale stato di cose essendo principio fermo, ed immutabile in qualsivoglia sistema, che dee passare perfetta uguaglianza fra la forza della cagione, e quella dell'effetto intiero; se piglieremo due corpi elastici A, B mossi respettivamente colle velocità a, b, e si cercheranno le celerità x, y, che risiedono ne' predetti corpi dopo la percossa, avremo l'equazione fondamentale

(1.ª) $A.u^n + B.b^n = A.x^n + B.y^n$.

Facciasi, che al moto delle due palle A, B prima, e dopo l'urto giusta il metodo del Signor Ermanno, s'aggiunga la velocità infinitesima du per occasione della barca, che si fa camminare coll'assegnata minima velocità; e ci si presenterà l'equazione

(2.ª) $A.\overline{a+du}^n + B.\overline{b+du}^n = A.\overline{x+du}^n + B.\overline{y+du}^n$.

Quì fa di mestieri, per maneggiare la formula, sostituire l'espressione del binomio alzato alla potestà indeterminata n

(3.ª)

(3.ª) $A.a^n + nA.a^{n-1}du + \frac{nn-n}{2}A.a^{n-2}du^2 + \frac{n^3-3n^2+2n}{2.3}$

$A.a^{n-3}du^3$ ec.ª $+ A.du^n + B.b^n + nB.b^{n-1}du + \frac{nn-n}{2}.B.b^{n-2}du^2 +$

$\frac{n^3-3n^2+2n}{2.3}.B.b^{n-3}du^3$ ec.ª $+ Bdu^n$ $A.x^n + nA.x^{n-1}du + \frac{nn-n}{2}.$

$A.x^{n-2}du^2 + \frac{n^3-3n^2+2n}{2.3}.A.x^{n-3}du^3.$ ec.ª $+ A\,du^n + By^n + nB.y^{n-1}du$

$+ \frac{nn-n}{2}.B.y^{n-2}du^2 + \frac{n^3-3n^2+2n}{2.3}.B.y^{n-3}du^3$ ec.ª $+ B\,du^n.$

Per espurgare la premessa equazione osservo, che essendoci egualità fra i due membri $A.a^n + B.b^n = A.x^n + B.y^n$, questi vicendevolmente si distruggeranno, ed oltre di ciò, eccettuati i secondi termini affetti dal du, svaniranno tutti gli altri, che contengono le potestà più alte du^2, du^3, du^4 ec.ª, che sono incomparabili, come infinitamente più piccioli di quelli, ne'quali si trova la sola prima flussione du. Resterà dunque l'equazione $nA.a^{n-1}du + nB.b^{n-1}du = nA.x^{n-1}du + nB.y^{n-1}du$, che divisa per du, e per n ci dà

(4.ª) $A.a^{n-1} + B.b^{n-1} = A\,x^{n-1} + B\,y^{n-1}.$

II.

E quì si noti, che dalla legge principale assunta nasce di conseguenza la secondaria espressa con una equazione similissima alla prima, se non che si trova questa abbassata d'un grado. Così se verrà fissata per legge fondamentale la Cartesiana esposta per l'equazione $Aa + Bb = Ax + By$, essendo in tal caso l'esponente $n = 1$, nella formula accessoria troverassi $n - 1 = 0$, cioè $A.a^0 + B.b^0 = A.x^0 + B.y^0$, la qual equazione si risolve nella nugatoria $A + B = A + B$, ovvero $0 = 0$.

Presa per legge principale la Leibniziana facendo $n = 2$, nasce in forza del metodo per secondaria la Cartesiana: e se per avventura si assumerà come legge fondamentale, che le forze vive sieno come le masse moltiplicate nei cubi delle velocità, onde s'abbia $n = 3$, ci si presenterà per secondaria quella del Leibnizio, e così di mano in mano.

Le due formule (*p.*ª) e (4.ª) si riducono alle due seguenti

(5.ª) $A.a^n + B.b^n - A.x^n = B.y^n$

(6.ª) $A.a^{n-1} + B.b^{n-1} - A.x^{n-1} = B.y^{n-1}.$

Que-

Queſte eſpreſſioni accoppiate inſieme ci guidano alla coſtruzione geometrica per via de' luoghi, o ſolidi, o lineari; e per darne un ſaggio (mentre io ſtimo coſa ſoverchia il fermarmi lungamente ſu certi particolari, che non ponno eſſer ignoti a chi ha qualche pratica d' Analiſi, e di Geometria) prendaſi la maſſa A per l'unità, e facciaſi il binomio compoſto di quantità date $A.a^n + B.b^n$ uguale alla coſtante c; indi poſta $x^n = z$, le due equazioni locali naſcenti dalla ſoſtituzione, cioè a dire $x^n = z$, e $c - z = B.y^n$, ſecondo il vario valore dell'eſponente n in numeri intieri, o rotti, poſitivo, o negativo, ſaranno alle infinite parabole all'aſſe, ovvero alle infinite iperbole fra gli aſſintoti; le quali eſſendo curve già note e per la geneſi, e l'andamento, altro non ci reſterà a fare, fuorchè deſcrivere col mezzo d' eſſe le curve corriſpondenti alle formule (5.ª) e (6.ª), e farſi poi a conſiderare la natura, ed il progreſſo di queſte, per ſegnare i punti d'interſezione, che ci danno la compiuta ſoluzione del problema.

III.

Nella retta AB (Fig. 37., 38., 40., 42., 43.) ſi noti il punto A origine delle variabili z, e fatta $AB = c$, ſia punto A vertice della curva dipendente dalla equazione $z = x^n$, ed il punto B dell'altra curva ſimile procedente dalla eſpreſſione $c - z = B.y^n$. Laſcio da parte le iperbole, parendomi impoſſibile quel ſiſtema di coſe, in cui poſte eguali le maſſe, foſſero le forze in qualunque ragione inverſa moltiplicata delle velocità; di modo che quanto la velocità creſceſſe, altrettanto la forza calaſſe, diventando infinita, quando la velocità è nulla; ed infinitesima, qualora la velocità è infinita.

Deſcritte dunque le parabole, ci compariranno eſſe ſotto varj aſpetti; conciofſiachè o due rami parabolici, come nelle figure 37, 38 abbracceranno l'aſſe, ed all'abſciſſa poſitiva riſponderanno due ordinate con ſegni diverſi; ovvero procederanno i due rami con direzioni contrarie, come nella parabola cubica, ed in altre dello ſteſſo genere delineate nella figura 40., o finalmente ambi i rami ſi ſtenderanno da un ſol lato dell'aſſe, come nella figura 42, e 43.

Le abſciſſe $\pm$ di quelle curve locali, che vogliamo deſcrivere, ſi prendono uguali all'ordinate creſcenti della parabola DAd, e le ordinate $\pm y$ ſi fanno eguali all'applicate corriſpondenti dell'altra parabola CBc. Nel punto A l'indeterminata x è ſempre nulla, e la coordinata $AC = y$ è ſempre data: all'oppoſto nel punto B l'abſciſſa $x = BD$ è data, e l'applicata $y = 0$. Negli altri punti le coſe ſi vanno variando conforme i caſi.

E perchè nelle due figure 37, e 38 la noſtra curva è talmente riſtretta fra certi limiti, che non può avere nè abſciſſa maggiore di BD, o Bd, nè applicata più grande di AC, Ac, ſenza che per un verſo, o per l'altro incontriamo quantità immaginarie; egli è manifeſto, che la coſtruzione ci dà una ſpezie di Elliſſoide, i ſemiaſſi della quale ſaranno eguali alle due rette AC, BD. Veggaſi la figura 39, in cui ſi prende il punto a per origine delle abſciſſe $\pm x$. Nel caſo ſecondo preſa per mano la figura 40., e

ca-

cavata da essa la costruzione della curva da noi cércata, il suo andamento ci viene messo sotto gli occhi dalla figura 41. Alle abscisse ae negative $=-x$ rispondono le applicate $+y$ positive, che vanno tutte a terminare nel ramo bf, che all' infinito si stende. C'è poi l'altro ramo bc, che taglia l'asse nel punto c, e fra i due limiti a, c tanto le abscisse quanto le ordinate sono positive: al di sotto dell' asse continuando il predetto ramo all' infinito, sono positive le abscisse ag maggiori di ac, ma negative le applicate.

Il terzo caso ha relazione alle figure 42, e 43, e ci somministra la curva della figura 44, nella quale ad ogni abscissa positiva, eccettuati solamente i due punti a, c, convengono due ordinate parimente affermative. Che se per avventura si facesse l'esponente $n=\frac{1}{2}$ la nostra curva sarebbe una parabola Apolloniana toccata dall' abscissa ac nel punto c, e dall'ordinata ab nel vertice b.

IV.

Dal combinamento delle due equazioni (5ª), e (6ª) si fa nascere la seguente. $\frac{A.a^n - A.x^n}{A.a^{n-1} - A.x^{n-1}} = \frac{B.y^n - B.b^n}{B.y^{n-1} - B.b^{n-1}}$, su cui fatta l'osservazione, che tanto i numeratori, quanto i denominatori delle frazioni anno un comun divisore, si perverrà ad un altra espressione locale più bassa d'un grado: per ciò dividendo il primo membro per A, indi per $a-x$; ed il secondo prima per B, e poscia per $y-b$, avrassi la formula più semplice per quello appartiene al grado; ma più composta per la moltitudine de' termini; i quali talvolta saranno innumerabili, mentre l'esponente n sia una quantità negativa, o una frazione, ed all'incontro finiti, posto n un numero affermativo, ed intiero.

$$(7ª.)\quad \frac{x^{n-1} + a.x^{n-2} + a^2x^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-1}}{x^{n-2} + ax^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-2}} = \frac{y^{n-1} + by^{n-2} + b^2.y^{n-3}. \text{ ec.} + b^{n-1}}{y^{n-2} + b.y^{n-3} \text{ ec.} + b^{n-2}}$$

In qualche congiuntura potrà accoppiarsi colla 6ª. l'equazione 7ª., onde spesse fiate si conseguisca una più netta, ed elegante costruzione.

Per conseguire l'intento, giusta il fine che ci siamo proposti, colla maggior facilità, gioverà supporre, che il corpo B avanti l' urto sia in istato di quiete; la qual posizione in qualunque caso agevolmente si ottiene collocando le due palle A, B in una Nave, che cammini con velocità pari a quella della sfera B, ma con contraria direzione. Nè l'ipotesi pregiudica punto alla soluzione, che si rende generale, ogni qual volta alle velocità delle due palle dopo la percossa s'aggiunge, o si leva la velocità costante impressa al vascello.

Ora

Ora sia per cagion d'esempio l'esponente n un numero positivo, ed intiero, e posto $B = mA$, facciamo uso delle formule (6^a), e (7^a) riducendole al caso nostro nella seguente maniera.

(8) $a^{n-1} - x^{n-1} = m \cdot y^{n-1}$

(9ª) $\dfrac{x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} \text{ ec. } + a^{n-1}}{x^{n-2} + ax^{n-3} \text{ ec. } + a^{n-2}} = y$

Prima di passar oltre è necessario considerare la natura della curva corrispondente all'ultima equazione. Egli è certo, che fatta l'ascissa $x = 0$, l'ordinata y si trova = alla costante a, che si può assumere per unità, e fissata nel punto A (Fig. 45.) l'origine delle ascisse, la prima applicata sarà $AB = a$. Crescendo poi positivamente l'abscissa variabile AL espressa per $+x$; crescerà altresì affermativamente l'ordinata LK contrassegnata per $+y$; cosicchè la curva avrà il ramo BD, che all'infinito si stende, ed a cui serve di assintoto la retta AE piegata verso l'asse AC ad angolo semiretto. Per continuar poi la curva, e determinare le ordinate relativamente all'ascisse negative, è da notarsi, che se l'esponente n sarà un numero pari, sarà altresì pari il numero de' termini, che compongono il numeratore della frazione; laonde s'io metterò $x = -a$, tutti essi termini, che avranno alternativamente i segni del più, e del meno si distruggeranno, e l'espressione si ridurrà alla seguente, $o = y$. Discenderà pertanto la curva verso l'asse, col quale si con-

$\overline{a}$

giungerà nel punto F, onde sia AF = AB; distendendosi poscia in infinito col ramo FG, il cui assintoto non è diverso dalla retta EA prorogata al disotto verso H.

E perchè tenendo ferma la suppoſizione, che l'esponente n sia un numero pari, egli è necessario, che nella equazione (8^a) diventi dispari l'indice della dignità $n-1$; per delineare la curva nascente dalla suddetta formula, giacchè in tale circostanza i rami parabolici camminano con direzioni opposte, dobbiamo ricorrere alla figura 40., dalla quale si deriva la curva della figura 41, che va raccozzata con quella della figura 45.

Quindi addossato asse ad asse, ed il punto a al punto A, vedremo, che ponno esse curve interfecarsi o nel punto B, quando sia $ab = AB$, e conseguentemente uguali le masse de' due corpi messi in azione: ovvero fra i due punti B, F per esempio in I, ed allora essendo ab minore di AB la palla B sarà maggiore di A, o finalmente in qualche sito del ramo BD come in K, ogni qual volta ab sia più grande di AB, ed il corpo B più picciolo di A. Lasciate cadere dalli punti d'interfecazione I, K le ordinate IM, KL.

Nel primo caso avremo la velocità $x = o$, e la velocità $+y = AB$, cioè quella stessa, che prima della percossa risiedeva nel globo A, il quale restando immobile dopo l'urto, comunica la sua velocità intiera alla palla B.

Nel

Nel ſecondo caſo il corpo B maggiore di A procede colla celerità poſitiva MI $= +y$ giuſta la direzione del corpo A, e queſto torna indietro colla velocità AM $= -x$.

Nel terzo caſo eſſendo la maſſa A più grande di B, ambo eſſi corpi s' incamminano verſo la medeſima parte con velocità affermative, il primo colla celerità AL $= +x$, il ſecondo colla celerità LK $= +y$.

V.

Sin quì non ſo ſcoprire inconveniente di ſorta alcuna, e trattane qualche alterazione, che dee indiſpenſabilmente introdurſi nelle accennate velocità a cauſa della diverſità delle leggi, la diſtribuzione de' moti ſi fa poco preſſo nella ſteſſa maniera, che ſi vede praticata dalla Natura: nè di ciò abbiamo a maravigliarci; concioſſiachè la legge, per cui ſi regola il preſente ſiſtema di coſe, è la più ſemplice fra quelle, che conſiderate ſi ſono, tramutandoſi ſolamente in tante linee rette le curve tutte, che miranſi nello ſchema delineate.

Non così ſuccede in cangiando ipoteſi, e facendo l'eſponente $n =$ ad un qualunque numero impari; perchè dagli aſſurdi, che in progreſſo ſi renderanno manifeſti, verremo in cognizione, che queſte leggi non trovan luogo in ſiſtemi ben regolati, e che debbono aſſolutamente eſcluderſi, come impoſſibili a mettersi in eſecuzione. Ripigliata l' equazione (9ª.) il numeratore della frazione conſta d'un numero diſpari di termini, ed all'incontro d' un numero pari il denominatore. Fatta per tanto $x = -a$, l'eſpreſſione ſi tramuta in un' altra $\frac{a}{o} = y$, e l'ordinata al punto F (Fig. 46.) tanto al di ſopra, quanto al di ſotto dell'aſſe AF diventa infinita. Quindi poſta AB $=$ AF, e piegata la retta EAH ad angolo ſemiretto; la parte DBN ſuperiore della curva reſta abbracciata dagli aſſintoti ER, RS, e l' inferiore GOP dalle ſteſſe rette aſſintotiche verſo H, e Q prorogate.

Avuto poi riguardo alla formola 8ª., in cui l'eſponente $n-1$ è un numero pari, farà di meſtieri porre mente alla poſizione dei rami parabolici nella figura 37, o 38. per coſtruire la ſeconda curva locale, che non ſarà diverſa dall'elliſſoide della figura 39. Sovrapponendo dunque aſſe ad aſſe, ed il punto *a* al punto A, il punto *e* caderà ſopra il punto F; ma il vertice *b* dell'elliſſoide potrà congiungerſi col punto B, o montare al di ſopra, o ſtare al di ſotto, ſecondo la varia determinazione della coefficiente *m*.

Se i due corpi A, B ſaranno pari di maſſa, avremo la linea *ab* $=$ AB e l'elliſſoide col ſuo apice *b* toccherà nel punto B l'iperboloide DBN, e così avraſſi la velocità $x = o$, o la velocità $y =$ AB, e da ciò ſi deduce che dopo l'urto la palla A reſterà immota, e la palla B camminerà colla celerità primitiva *a* per la direzione del moto, come appunto ſuccede in fatto, tutto che la Natura ſi ſerva di leggi diverſe.

Se poi la palla A foſſe minore della B, e la retta *ab* minore altresì di AB, avendoſi in tale incontro a far uſo della elliſſoide ottuſa; è coſa chiara, che

non arrivando queſta a tagliare in verun punto la curva DBN, i valori delle due velocità x, y appartengono alla claſſe delle quantità immaginarie, le quali non trovandoſi ſcritte nel libro della Natura, ci fanno vedere, che dalla legge aſſunta ne ſegue, che non ſi farebbe mai comunicazione di moto, quando un corpo con qualche velocità urtaſſe in un altro di ſe maggiore.

Finalmente ſe ſarà AB minore di *ab*, onde la maſſa A ſuperi la maſſa B, l'elliſſoide acuta, che a queſto terzo caſo ſoddisfa, taglierà l'iperbololoide nei due punti per eſempio K, ed I, da' quali laſciate cadere le due ordinate KL, IM, accaderà, che ſi abbia un doppio valore di x, il poſitivo AL, ed il negativo AM, ed in oltre due valori di y LK, MI ambi affermativi. La Natura pertanto ſarebbe indifferente, ed ambigua, non eſſendoci motivo, per cui la palla B doveſſe camminare colla velocità poſitiva KL, piuttoſto che colla celerità IM: e quel che è peggio s'accreſce l'ambiguità, e l'incertezza nel moto della palla A, non eſſendoci modo di determinare nè la ſua velocità, nè la ſua direzione; perchè nel tempo ſteſſo ſarebbe obbligata a correre con due celerità AL, AM direttamente contrarie.

VI.

Impiegherò poche parole nell'eſaminare gli altri caſi più compoſti, quando cioè ci piaceſſe d'eſporre la forza viva d'un corpo in moto per la maſſa moltiplicata in una poteſtà imperfetta della velocità. Già ſi ſono generalmente conſiderate le curve corriſpondenti alle due formule (5ª.) e (6ª.), le quali ſuppoſta la quiete del corpo $B = mA$, ſi riducono alle più ſemplici

(X^a.) $a^n - x^n = m.y^n$

(XI^a.) $a^{n-1} - x^{n-1} = m.y^{n-1}$

Di queſte abbiamo preſentemente a valerci; perchè il primo membro della equazione (IX^a.) conſta di termini infiniti, ogni qual volta l'eſponente n s'eſprime per una frazione. Ora queſto numero rotto eſſer dee per le coſe già dette poſitivo, e maggiore dell'unità; acciocchè l'indice $n-1$ dell'altra equazione (XI^a.) non ſia una quantità negativa. In tre differenti circoſtanze ſi accozzano le curve, ſecondo che il numeratore, ed il denominatore della frazione ſi vanno diverſificando: il primo può eſſer pari, ed il ſecondo impari; può ſuccedere tutto all'oppoſto, e ponno eſſer ambi diſpari.

La prima, ed ultima poſizione richiedono, che ſi congiunga inſieme l'elliſſoide della figura 39. colla curva della figura 41, come ſi vede fatto nella figura 47., da cui ſi ricava, che ſe il corpo A è minore di B, il primo retrocede colla velocità *am*, ed il ſecondo cammina avanti colla celerità *mi*: ſe ſono eguali, A ſi ferma dopo l'urto, e B procede colla velocità primitiva

ab:

ab: ſe finalmente A è maggiore di B, proſeguiſcono ambo il loro viaggio ginſta la direzione del moto, uno colla velocità *al*, e l'altro colla velocità *lk*. Amendue queſte ipoteſi da qual ſi ſia inconveniente non ſi manifeſtano accompagnate.

Alla poſizione media, nella quale il numeratore della frazione è diſpari, e pari il denominatore, ſatisfanno due curve accoppiate inſieme, ognuna delle quali è dell'indole, e dell'andamento di quelle, che ci vengono rappreſentate dalla figura 44. Veggaſi la figura 48.; e ſi noti che ſe le maſſe A, B ſono eguali, ſuccede ciò, che ſi verifica negli altri caſi fin ora conſiderati: ma ſe ſono ineguali quantunque A ſia minore di B, procedono ambo verſo la ſteſſa parte, il primo colla celerità *am*, il ſecondo colla celerità *mi*, ne ſi dà mai il caſo, che la palla A ſia obbligata a tornar indietro; da che io conchiudo, che queſta ſorta di leggi porterebbe un ordine di coſe talmente modificate, che i corpi dotati di forza di molla foſſero d'una natura di mezzo fra i molli, e gli elaſtici del noſtro ſiſtema. Si uniformerebbono con gli elaſtici, perchè gli uni dagli altri dopo la percoſſa ſi ſtaccherebbero; e parteciperebbono della proprietà de' molli; perchè non ſarebbero a rifleſſione ſoggetti.

VII.

Dopo tutte queſte oſſervazioni io dico, che dalle ſteſſe non appariſce la ragione, per cui (eſcluſe tutte quelle leggi, che tirano a manifeſta contraddizione) la Natura non poteſſe mettere in opera una di quelle, che ad alcun aſſurdo ſoggette non ſembrano, e ſpecialmente quando l'eſponente *n* foſſe un numero intiero, e pari. Si vede in fatto adoperata la più ſemplice fra queſte, in cui l'indice *n* al binario s'eguaglia.

Chi per procedere più generalmente voleſſe far uſo delle due formule 5ª., e 6ª., e valerſi delle curve da eſſe naſcenti, e poi confrontaſſe la ſua ſoluzione con la più ſemplice, di cui mi ſono ſervito; troverebbe per cagion d'eſempio, che laddove le mie curve determinatrici del Problema ſi tagliano in un punto ſolo, come nella figura 45. le curve da lui adoperate, ſi taglierebbero in due punti diverſi, ai quali corriſponderebbero due differenti abſciſſe, e due differenti applicate. E ciò potrebbe recare ambiguità, e ſoſpetto d'errore a chi non è ben pratico di queſte aſtruſe ricerche. Ma perchè la Geometria non ſi contraddice, ſappia, che i due punti d'interſecazione altro non ſignificano, ſe non che uno ci dà colle coordinate ad eſſo ſpettanti le velocità cercate dopo l'urto de' corpi, e l'altro quelle già note, con cui procedevano i corpi ſteſſi prima della percoſſa. Fra queſte velocità ci è una corriſpondenza tale, che ſe i corpi dopo la prima colliſione ſi rifletteſſero, e tornaſſero a riurtarſi, ſi reſtituirebbono, compiuta che foſſe la ſeconda azione, le due velocità primitive.

LIBRO TERZO

Dei Metodi della Fiſica.

CAPITOLO PRIMO.

Dei metodi degli Antichi.

I.

LUnga, e forſe poco giovevole fatica durerebbe colui, che dai libri, che ci rimangono, ſi accingeſſe a cavar fuori i metodi differenti, di cui ſi ſono ſervite le vecchie filoſofiche Famiglie, per ſeparare il vero dal falſo, e per iſcoprire le più ſegrete, e maravigliose operazioni della Natura. Ma giacchè, a detta di Plinio, *plenum eſt ingenui pudoris fateri per quos profeceris*, fa d'uopo confeſsare, che ſiamo grandemente obbligati agli antichi Sapienti, ed in iſpezie ai Greci, i quali ci anno, per così dire, aperti gli occhi della mente, e col loro eſempio ſtimolato a filoſofare. Accordo, ch' eglino ſieno entrati con piede franco nel vaſto mondo del ſapere, viaggiandolo a parte a parte, e dividendolo in tante provincie, quante ſono le Scienze. Convengo altresì aver loro ſtabiliti i primi fondamentali principj delle noſtre cognizioni, e ſparſi degli ottimi ſemi, i quali ben coltivati anno partorito in ogni tempo un qualche frutto, nè ſi dee credere, che in avvenire ſieno per eſſere affatto ſterili.

Ciò non oſtante alcuni de' noſtri Moderni, i quali ſi piccano di ragionare a tutto rigore, tolte per mano le deduzioni, e i diſcorſi de' buoni Vecchj penſano, e generalmente non penſan male, che queſti abbiano di ſoverchio allentato il freno ai loro ingegni, e ſieno traſcorſi per ſentieri obbliqui, ed incerti, a tal che ſi deſiderano frequentemente nei loro ſcritti eſattezza di raziocinio, unità, e coerenza di ſiſtema, e molto più aggiuſtatezza di metodo. Metto da canto le varie, e ſpeſſe fiate ſtrane opinioni, molte delle quali appena ſpuntate inaridirono, alcune di più lunga durata tuttavia ſuſſiſtono, ed altre nate e creſciute, e poſcia morte e ſepolte, ai giorni noſtri riſorgono.

Nel

Nel paſſato ſecolo Piero Gaſſendo ſi fece a riſtorare la Filoſofia di Epicuro, e quelle dei Fiſici anteriori, ed in ſpezie d'Anaſſagora Claudio Berigardo. Il Carteſio traſportando nelle ſue opere tutto ciò, che di bello, e di buono ha egli creduto eſſerci nella dotta Antichità, ſi è molto arricchito delle ſpoglie altrui, e negli ultimi tempi il Leibnizio ha rinnovato alquante ſentenze Peripatetiche già da' migliori Filoſofi abbandonate: la qual avventura dovrebbe eſſer aggiunta al Trattato della varia fortuna d'Ariſtotele.

II.

Il mio iſtituto m'obbliga a trattenermi alquanto ſu i metodi, ed entrando in materia, piacemi di ſeparare in due cori principali le Sette filoſofiche dei Greci, cioè a dire in Settici, ed in Dommatici. E quanto ai primi: qual coſtrutto ſi caverà mai da coſtoro a noſtro propoſito; mentre eglino a ſola pompa d'ingegno, cred'io, oſtinatamente aſſerivano nulla poterſi ſapere giammai, e che tutti i paſsi moſſi dall'intelletto umano nella ſtrada delle ſcienze erano ſcarſi, ed inutili. Accuſavano i ſenſi di fallacia, e di cecità la ragione, e negavano eſſerci metodi per rintracciare la verità, e criterj per diſcernerla. Quinci mettendo a faſcio il certo col dubbio, il vero col falſo, il dimoſtrato col probabile, ſi moſtravano coſtoro ſempre pronti a gavillare, a piatire, ed a declamare in favore di qualunque opinione; tentando di rendere ugualmente veriſimile l'una, e l'altra parte della contraddizione, lo che non potevano mai conſeguire, ſe non ſe per via di vane arguzie, d'inetti ſofismi, e di meſchine equivocazioni.

Gittavanſi dal lato totalmente oppoſto i Dommatici, i quali quaſi che il ſapere conſiſteſse in ſaper tutto, ſi credevano di ſcapitare nella filoſofica riputazione, ogni qual volta a qualunque aſtruſo queſito, ed a qualſivoglia recondito ed oſcuro fenomeno non appiccavano una riſoluta, e deciſiva ſpiegazione. Erano coſtoro in moltiſſime Sette diviſi, le quali tutte a due principali ponno comodamente riſtringerſi: concioſſiachè alcuni, come i Diſcepoli di Democrito, e di Epicuro, ſi compiacquero d'una ſoggia ſemplice, e popolare di diſcorrere, ed altri principj non ammiſero, ſalvo che la materia eſteſa, e corredata di alcune ſue proprietà, cioè a dire, figura, durezza, e moto. In ordine a ciò l'unico metodo, di cui potevan valerſi, per dilucidare le naturali apparenze, era di procedere per via di meccaniche ſuppoſizioni, applicando ai varj generi degli effetti, ſiccome vere, ed immediate cagioni, quelle congrue ſtrutture, che meglio ai fenomeni convenire ſi perſuadevano. E perchè queſta ſtrada è ſtata battuta daî moderni Atomiſti, e Carteſiani, mi occorrerà di ragionare a lungo a qual termine eſſa ci guidi, e ſebbene moſtra d'eſsere a prima viſta ſpedita, e piana, non per tanto farò vedere, che appunto la troppa facilità del viaggio ha fatto deviare i Fiſici oltremodo vaghi delle ipoteſi dal retto cammino della verità.

III.

III.

Mi rivolgo a quegli Antichi, che nella ſcienza naturale concetti aſtratti, ed idee metafiſiche a larga mano introduſſero, in ciò ſeguitati, nè ſaprei dire lo perchè, dai recenti Leibniziani, i quali a forza di cercar novità, nelle vecchie ſentenze, e preſſo che abbandonate finalmente ſon ricaduti. E' molto malagevole impreſa il tener dietro paſſo paſſo alla Natura, e penetrar ben addentro nelle ſue ſegrete operazioni, avendoſi a durar fatica nell'inſtituire gli eſperimenti neceſsarj, in conſrontarli, e in purificarli. Appreſso fa d'uopo dedurre quelle conſeguenze, che opportunamente vengono a feſta per lavorare un ſiſtema, illuſtrandole con ſottili, e ſodi diſcorſi appoggiati ai legittimi principj della Fiſica, ed anche frequentemente ai canoni della Geometria, e dell'Analiſi. Del retto, e ſincero modo di filoſofare ſe ne ha qualche bel ſaggio nelle opere, e nelle memorie, che ci rimangono degli antichi Matematici, e ſpecialmente in Euclide, e in Archimede, ma appena ſe ne ſcorge veſtigio nei Capi delle più rinomate Scuole, i quali per lo più mal forniti di Geometria, e poco pratici della Naturale Storia, poſero tutto lo ſtudio nell' inventare un linguaggio filoſofico alieno dal comunale, e ſpeſſe fiate inintelligibile, per cui ad ogni quiſtione ſi deſſe una pronta riſpoſta: tanto è vero eſſer facile il ſondare le Scienze ſulle parole, e difficiliſsimo ſulle coſe. Quinci nacquero al mondo i miſterioſi vocaboli di qualità, di virtù, di forma, di facoltà, d' iſtinto, d' orrore, e che ſo io, o ſoverchio aſtratti, o metaforici, che inſinuandoſi appoco appoco, ſecondo il predominio tal volta d'una Setta, e tal volta d'un' altra, nelle Scienze tutte, e per ſino nella Giuriſprudenza, nella Teologia, e nella popolare favella, furono i ſemi di oſtinate ed immortali altercazioni. Le ſuddette voci, che riſvegliano idee troppo generali, e confuſe, applicate alla Fiſica per lo più eſprimono le cagioni ignote degli effetti già conoſciuti, ed adombrano in un certo modo la neceſſaria corriſpondenza, per cui la cauſa, e l'effetto ſcambievolmente ſi riguardano. Adoprate per tanto colla debita cautela, frequentemente vengono ad uſo, concioſſiachè ſe il fenomeno è quanto baſta meſſo in chiaro, ſervono per abbreviare il diſcorſo, ed un ſemplice tocco è ſufficiente per richiamare alla memoria l'eſatte, e limpide cognizioni del noſtro intelletto per avanti acquiſtate. All' incontro quando delle coſe ſiamo all' oſcuro, ci vuol altro, che valerſi di eſpreſſioni generiche, a cui riſpondono concepimenti mal diſtinti, ed aſtratti, i quali in vece d'aggiugner lume, accreſcono il bujo: ed in queſto ſecondo caſo amerei meglio uſare le maniere popolari di dire, piuttoſto che certe formole ſcientifiche, le quali bene ſpeſſo anno biſogno di chioſa, ed adattandoſi ſecondo le occorrenze a differenti ſoggetti, cangiano ſignificato, e portano con ſeco frequenti equivocazioni, ed ambiguità.

IV.

IV.

Messi per ora da canto gli Atomisti, se mal non diviso, pare a me, che certe Sette come i vecchi Accademici, i Peripatetici, gli Stoici, volendo entrare nei confini della Fisica, non potessero regolarsi altrimenti, che col trasportare nella Scienza naturale i principj, ed i raziocinj tolti in prestanza dalla prima Filosofia, e col confondere insieme le due menzionate facoltà, adattando le astrazioni, e le pure idee intellettuali ai fenomeni, che soggiacciono alla giuridizione dei sensi. Appena gittato l'occhio sulla Natura, e sulle parti primarie dell' Universo, con pochi, e poco fecondi metafisici assiomi alla mano si diedero coraggiosamente a filosofare.

Egli è vero, che intorno le materie fisiche sono molto scarse, e tenui le nostre cognizioni; ma gli antichi incomparabilmente manco di noi ne sapevano. Ignoravano eglino le massime particolari, e gl'immediati principj di questa scienza, le leggi fondamentali della Natura, i canoni della comunicazione del moto, la Teorica delle forze vive, e morte, il Sistema dei Cieli, e cento altre cose, di cui la diligenza, e la sagacità dei moderni ci ha data una puntuale contezza. Senza cotali sussidj qual sublimità, qual acutezza d'ingegno può mai muovere un passo? Non abbiamo dunque a fare le meraviglie, se ne' vecchi libri dominano i pensamenti metafisici, e le parole vuote di senso: se vi si rinvengono opinioni mostruose cavate dal fondo della immaginazione, e dedotte da principj egualmente stravaganti, e se vi si veggono piantate prima le conclusioni, indi cercati gli argomenti, onde comprovarle, i quali spesse fiate nè punto nè poco convincono. Appresso regna quasi da per tutto la perplessità, e l'incertezza, e massime nelle quistioni particolari, alle quali manchino, o non manchino i dati, con più d'una spiegazione si tenta di soddisfare. Ce ne somministra l'esemplo il libro dei Problemi, che ad Aristotele attribuire si suole, in cui propongonsi de' curiosi quesiti, e per la maggior parte insolubili, e non ostante ciò replicando un forse, se ne danno francamente due o tre soluzioni, delle quali una sola può esser la vera, se pure non sono tutte del pari false, e di cui tanto poco si fida l'Autore, che quale vada preferita non si arrischia a decidere. Aggiungo ch'essendo i Fisici antichi mal pratici della Storia della Natura, ed affatto imperiti nell' istituire le sperienze, e le osservazioni per difetto d'attenzione, e de' necessarj stromenti, non si dee prestar loro intiera fede, ogni qual volta in prova di qualche detto allegano la testimonianza de' sensi. Era così gagliarda in esso loro la preoccupazione in favore delle proprie sentenze, che tal fiata giunsero ad ingannare se medesimi, credendosi di vedere ciò, che in fatto non vedevano. Potrei addurne innumerabili esempj, alcuni de' quali sono talmente manifesti, e palpabili, che sembra a gran pena possibile, che i buoni Vecchi sensi lasciati tanto patentemente deludere. Basti per tutti il famoso e più volte ripetuto *Videmus* dello Stagirita, troppo spesso convinto dal Galileo o di menzogna, o d'inavvertenza. Giudicava Aristotele che due corpi della stessa materia, e di mole diversa cadenti dal medesimo

punto

punto di ſublimità in tempo pari miſuraſsero ſpazj tali, che foſsero in proporzione delle grandezze; ed in oltre, che ſuppoſti eguali i volumi, gli ſpazj paſſati ſerbaſſero la ragione delle ſpecifiche gravità. Stabiliſce egli le due immaginate regole col ſuo conſueto *Videmus*, e ſecondo la teſtimonianza degli occhi ſuoi, laſciati piombare due ſaſſi uno di cento libbre di peſo, e l'altro d'una dalla ſommità d'una torre alta dugento piedi, mentre il primo già tocca terra, il ſecondo ſi è diſcoſtato dalla cima per due ſoli piedi: e pure gli occhi noſtri lavorati certamente ſulla ſimmetria di quei d'Ariſtotele ad evidenza ci moſtrano, che il ſaſſo piccolo non reſta indietro dal grande per più di due, o tre piedi; e ciò a cagione della reſiſtenza dell'aria, che alla pietra minore fa reſpettivamente più gagliardo contraſto, di quello faccia alla maggiore. Che dunque abbiamo a dire, mentre ci ſi affacciano eſorbitanze di tal fatta? Io per me direi, che al Maeſtro di coloro, che ſanno, non è mai paſſato per mente di conſultar l'eſperienza, e ch'egli ha affermato con aſſeveranza ciò, che non s'era curato di vedere, ſtimando, che il ſenſo non poteſſe mai dare una mentita al ſuo perſpicace intelletto.

V.

Le premeſse compendioſe notizie ci ſerviranno di lume per diſcernere qual profitto trarre ſi poſſa dai vecchi metodi nelle fiſiche inveſtigazioni. E prima d'ogni altra coſa è da ſaperſi, che le Scuole Peripatetica, e Stoica, ambe rami della Socratica ſtabilirono ſiccome baſi di tutte le verità, che dalla mente umana ponno ſcoprirſi, la definizione, la diviſione, e le regole per rettamente diſcorrere. Di queſti e tre, ch'io non ſo ſe debbano chiamarſi o principj, o criterj, perchè conforme le differenti occaſioni preſtano l'uno, e l'altro uffizio, tennero un grandiſſimo conto i menzionati antichi Filoſofanti, e non ſenza gagliardi e giuſti motivi: conciofſiacoſachè avendoſi a maneggiare un ſubbietto, primieramente fa di meſtieri renderſelo per così dire familiare, e domeſtico, ſepararlo dagli altri, riſtrignerlo fra ſuoi confini, ed indagare ciò, che in eſſo c'è di comune, e ciò che c'è di particolare: dai quali fonti ſcaturiſce la definizione, che anch'eſſa ſi definiſce una chiara, e breve ſpiegazione della coſa. Dopo ciò egli è neceſſario conſiderare attentamente, ſe l'idea generale eſpreſſa per la definizione abbraccia, e comprende ſotto di ſe alcuni particolari in qualche modo diverſi, a parte de' quali competa una proprietà, che agli altri non può adattarſi, onde naſcano differenti giudizj, e varj giri di raziocinj: in tali circoſtanze ha luogo neceſſariamente la diviſione. A cagion d'eſempio conceputa quanto baſta la natura del moto locale, cioè a dire del tranſito dei corpi da un luogo all'altro con una ſucceſſiva applicazione a tutti i ſiti di mezzo (avvegnadiochè non occorre logorarſi il cervello in cercare una definizione più magiſtrale) ſubito ci cade in penſiero di diſtinguere i movimenti in aſſoluti, ed in relativi, in uniformi, ed accelerati, o ritardati, in rettilinei, ed in quelli, che per linee curve procedono. Queſte diſtribuzioni non ſono ozioſe ed inutili; imperocchè le differenti ſorti dei moti a differenti

paſſioni ſoggiacciono, per rintracciare le quali a diverſi principj fa di meſtieri ricorrere. Quì gioverà ammonire il Lettore, che le diviſioni, che a prima viſta ci ſi affacciano, non ſono le più utili, nè le più maeſtrevoli; avvegnachè ſpeſſe volte ſi divide, e ſi ſuddivide, e la coſa minutamente ſi ſpezza, ſenza punto badare dove vada a riuſcir la faccenda, ſuccedendo talora, che le ſtudiate partizioni, le quali ingombrano la memoria, nell' atto di maneggiare il ſuggetto non cadano in taglio, e non vegna mai il caſo, che di eſſe abbia a farſi menzione. Nelle diviſioni haſſi a procedere con cautela, e con parſimonia, e non deono introdurſi, ſe non ſe quando o ſono neceſsarie, o almen profittevoli. Quinci le più magiſtrali, e le migliori ſon quelle, che per viaggio s' incontrano, e dalla materia, che ſi ha per le mani, ci vengono paſſo paſſo ſomminiſtrate. Con queſte ſi ſeparano l'idee, e nelle loro claſſi ſi diſpongono, e ſi conſeguiſce il benefizio di non comprendere ſotto un ſolo concetto coſe, che vogliono eſsere indiſpenſabilmente congiunte. Chi ſi ſarebbe immaginato, che aſſunta una grandezza ad arbitrio in figura d'unità, ci fuſſero per rapporto ad eſsa quantità razionali, aſſimetre, e traſcendenti, e forſe d'una quarta ſpezie, alle quali ſi potrebbe dare il nome d'ipertraſcendenti, e che ſotto ognuno de' ſuddetti generi ſi conteneſſero magnitudini infinite d'indole onninamente diverſa. Di più non ſarebbe caduto in penſiero a chi che ſia, che oltre le grandezze finite ci fuſſero ordini innumerabili di quantità infinite, ed infinitesime. E pure le premeſſe diſtribuzioni, che con un lungo giro di raziocinj ſi ſono andate appoco appoco ſcoprendo, anno perfezionate le ſcienze Matematiche, e conſeguentemente la Fiſica. Per ultimo circa la maniera di rettamente raziocinare poſero uno ſtudio indefeſſo i Greci Sapienti, a fine di ribattere le vanità de' Sofiſti, e de' Settici, da' quali erano continuamente veſſati, ed a forza d' altercazioni ſviati dalla ricerca della verità. Su tal materia in più trattati ſcriſſe accuratamente Ariſtotele, e gli Stoici in ſegregare le buone dalle cattive illazioni giunſero per fino alla ſuperſtizione. Ma di sì fatte regole fecero pochiſſimo conto gli Epicurei, e perchè la ragione, di cui l' uomo è fornito, è germana maeſtra de' noſtri diſcorſi; e perchè rariſſime fiate ſi pecca in ciò, che ſi chiama la forma dei ſillogiſmi, ma bensì frequentemente nella materia. I Matematici ignari per lo più de' canoni logicali, non oſtante ciò legittimamente dai lor principj chiari, ed incontraſtabili tirano le conſeguenze; e ſe talvolta inciampano in qualche paralogiſmo, naſce ciò da tutt' altra cagione, che dall'aver traſgredite le regole della Logica. In queſto mentre non ſi ſpende inutilmente il tempo, e la fatica in apprenderle. Sono eſſe verità fondamentali, ed invincibilmente dimoſtrate; laonde ſiccome tali ignorarſi non debbono, ed appreſſo ſervono alle volte a rettificare i noſtri diviſamenti, ed a convincere gli oſtinati.

VI.

Mi faccio un paſſo indietro, ed aggiungo qualche avvertenza circa il buon uſo delle definizioni. Se ne contano di tanti generi, che di tutti ap-

pe-

pena si può fare commemorazione. Le più perfette, e magistrali quelle si reputano, che procedono per via di genere, e di differenza, e fra le fisiche si dà la preferenza a quelle, che abbracciano tutte e quattro le spezie delle cagioni. Ce ne sono di privative, e di negative: alcune importano relazione, altre s' appoggiano a qualche proprietà: per ultimo suole bene spesso spiegarsi la cosa, aggregando parecchie particolarità, che nel suo essere la costituiscono, ed accoppiate insieme da tutte le altre cose la separano. Ma di ciò nel libro primo ho favellato abbastanza. Presentemente io distinguo le semplicissime, primarie, ed originali idee dalle complicate, nelle quali o le primigenie si uniscono, o si limitano, o si estendono. Quelle non ammettono definizioni; imperciocchè essendo a tutti notissime, per risvegliar le nella mente altrui, basta proferire il vocabolo, con cui si esprimono. Chi si è presa la briga di diffinire il tempo, lo spazio, il moto, il luogo, e che so io, in vece di rischiarare la faccenda, l'anno offuscata, o valendosi di termini oltremodo generali, o mettendo in cambio della diffinizione una voce sinonima. Ordine de' successivi vien chiamato il tempo dal Leibnizio, e lo spazio ordine de' simultanei. E chi non vede che la prima diffinizione è un giuoco di parole; perche chi dice successione, dice tempo; e che la seconda è oscura; avendosi ancora a determinare di qual ordine sieno le cose simultanee, che lo spazio riempiono, e restando a decidersi la gran quistione, se diasi spazio senza corpo.

VII.

Quantunque volte poi si prende a comunicare a chi ci ascolta una qualche idea del genere delle composte, che nell'animo nostro ci siamo precedentemente formata; per ottenere, che una similissima nell'intelletto dell' uditore s' imprima, onde si vada d' accordo nei divisamenti, e nelle conseguenze, che passo passo se ne deducono; non basta far uso del vocabolo consueto, e comunale, per cui la cosa suol dinotarsi, ma fa d' uopo premettere una schietta, ed esatta diffinizione di nome. E vaglia il vero, sebbene le cose non si mutano, e ad altre vicissitudini non soggiacciono, salvo che a quelle, che dalla Natura vengono ad esse inalterabilmente prescritte; così però non succede, qualora nella nostra mente le loro immagini si dipingono. L' intelletto umano ne' suoi concepimenti imperfetto non ha lena sufficiente, per esaurire con una sola occhiata gli obbietti. Quinci dee necessariamente per così dire smembrarli, e considerandoli a parte a parte, andar passo passo quelle dimezzate nozioni acquistando, sulle quali i suoi ragionamenti si fondano. Tutti gli uomini, e specialmente i Filosofi, che sovra i popolari pensamenti s' innalzano, anno una piena giuridizione di allargare, di ristringere, e di modificare le loro scientifiche idee secondo lo scopo, che si prefiggono: ma bisogna indispensabilmente farne avvertiti gli ascoltatori; altrimenti chi della cosa medesima si formerà in testa un concetto, e chi un altro totalmente diverso, ed in tal guisa guardando gli uni da un lato, e gli altri dall'altro, è impossibile, che nelle stesse proposizioni convengano. Da questo fonte principalmente derivano i contrasti, le dis-

pute, le altercazioni, che non finiſcono mai, e nelle ſcuole ſofiſtiche dai maeſtri agli ſcolari per eredità ſi trasmettono. Nelle verità naſcenti dalle idee ſemplici, ſi vede per quotidiana ſperienza, che vanno d'accordo i zotici, e gli ſvegliati, i dotti, e gl'ignoranti: ma quando c'entra la complicazione, inſorgono ſubito i diſpareri, e le controverſie. E ſe gli uomini della ſteſſa ſteſſiſſima coſa anno, o poſſono avere la medeſima idea (avvegnachè ſe così non foſſe, eglino non ſarebbono mai nelle loro opinioni conformi) è manifeſto, che dalla mala intelligenza proviene il diſordine, tolta di mezzo la quale ci ſarebbe almanco nel mondo letterato maggior uniformità di ſentimenti.

Per la qual coſa ſi fa paleſe quanto importanti, anzi quanto ſieno oninamente neceſſarie le definizioni del nome. Quelle, che ſi dicono della coſa, ſpargono i primi ſemi delle diſcordie: all' incontro col buon uſo di queſte le diſſenſioni ſi acquetano, maſſimamente quando a fare ſi ha con un lettore giudizioſo, e diſcreto. Pigliandoſi per mano un libro biſogna leggerlo con raſſegnazione, e col proponimento di conformarci alle idee, ed all'intenzione dello Scrittore. Chiunque agli anteriori ſuoi concepimenti tenacemente aderiſce, ed a quelle dell' Autore ſurrogando le proprie idee, con tale ingiuſta bilancia ne peſa i raziocinj, oltrechè dalla lettura delle opere altrui non trae profitto, trova ad ogni paſſo da gavillare, e da contraddire. Se ciò bene ſpeſſo accada, alla ſperienza me ne rapporto. Non niego già, che i più valenti Maeſtri tal fiata inciampino, e che non ſempre camminino con franco piede: ma biſogna prima ben intenderli, e penetrare ben addentro nell interno delle loro meditazioni, e poſcia o lodarli con ingenuità, o colla debita modeſtia correggerli. Ottimamente S. Agoſtino i ſuoi leggitori ammoniſce: *Si quis pariter certus eſt, pergat mecum, ſi quis pariter heſitat, dubitet mecum, ſi errorem ſuum agnoſcit, redeat ad me, ſi meum, revocet me.*

Anche nelle diffinizioni di nome, ſebbene pajono puramente arbitrarie, tutta via ſi pecca. Alle volte ſi abuſano i termini, adoperandoli o troppo generali, ed aſtratti, o pure oſcuri ed inintelligibili, ovvero ambigui, ed equivoci. La ſignificazione ſoverchio ampia, che a molte nozioni s' eſtende, non ne determina alcuna in particolare, e la dubbioſa, e perpleſſa ci laſcia incerti, o confuſi, ed i vocaboli, che non s' intendono, non ſvegliano nella mente le idee, e ſoltanto con un ſuono vano le orecchie ci percuotono. Avendoſi dunque a comporre una diffinizione di nome, facciaſi ſcelta di parole chiare, ſchiette, ed accoſtumate, prendendole o dalla comune favella, o valendoſi di quelle, che nelle ſcienze, e nelle arti ſono già ſtate accettate. I mentovati difetti con un po d' avvertenza agevolmente ſi evitano: ma non così accade, quando il male ſta nella radice. Ognuno ſa, che la noſtr'anima per comprendere le coſe, che ſono fuori di noi, non ſi fa preſente agli obbietti foreſtieri, ma ſolo per le porte de' ſenſi ricevendone le immagini, con eſſi eſercita un perpetuo commercio. Cotali idee, o ſpezie in moltiſſime fogge dalla mente ſi maneggiano; conciofſiachè o ſi uniſcono le diſparate, o le congiunte ſi ſegregano, o di una ſe ne formano parecchie, o di parecchie una ſola. Frequentemente

in-

insieme si mescolano, e si confondono, pigliandosi le principali per secondarie, e le intime per estrance, o al rovescio; a talche sovente si raccozzano nel medesimo concepimento idee direttamente contrarie, le quali, senza che l'intelletto se ne avvegga, vicendevolmente si distruggono. Narrasi di Simonide, che richiesto cosa fosse Dio, prese più fiate tempo a soddisfare alla interrogazione, ed in fine rispose, che più che ci pensava, meno ne sapava. E come mai poteva costui con semplici parole spiegar un nome, cui nissuna idea corrispondeva, o soltanto la generale, ed indeterminata d'un essere superiore all'umana condizione? Mostruose proprietà, sciocche, e viziose azioni attribuivano i Greci alle loro Deità ammaestrati così dai Poeti, e su tale ipotesi altro concetto degl' Iddij, e de' Semidei non potevano formarsi i Gentili, se non se che fossero Uomini, e Femmine d'un altro mondo soggetti al dolore, ed alle passioni, colla prerogativa della immortalità, attributo dalla superstizione ad essi concesso, ma alla lor natura ripugnante. Nè miglior senno mostrano i Filosofi. Epicuro collocò i Dei fra un Mondo, e l'altro sicuri dall'urto degli atomi, e viventi una vita beatissima senza far nulla. Aristotele assegnò a Dio l'unico carico di girare il primo mobile, ed a guisa di contrappeso, o di molla di volgere perpetuamente attorno la principal ruota del grand'oriuolo dell'Universo. Gli Stoici non conobbero altro Dio, salvo che il Mondo da loro creduto animato, sottoponendolo al fato, ed alla necessità. *Mundum, & hoc quodcumque nomine alio Cœlum appellare libuit, cujus circumflexu teguntur cuncta, numen esse credi par est, aternum, immensum, neque genitum, neque interiturum unquam*: diceva Plinio. Solamente Anassagora, e dopo lui Platone, separando Iddio dalla materia, si formarono in mente dell'Essere Supremo una tollerabile idea.

VIII.

Ho tratto l'esempio dall'antichità, sebbene i più accreditati Moderni me n'avrebbono parecchi altri somministrato. E se le nozioni, e i concepimenti sono torbidi, viziati, e bene spesso composti d'idee ripugnanti, io dimando qualmente coi segni delle parole possa farsi altrui consapevole di ciò, che ci pare d'intendere, ma realmente non intendiamo? Troppo gran divario c'è fra l'obbietto, e la immagine, onde abbia mai ad ottenersi, che gli attributi assegnati ad una cattiva rappresentazione, alla cosa mal rappresentata puntualmente si adattino. Andava meco medesimo divisando in che maniera, e con qual artificio di metodo s'avesse a porre riparo al grave commemorato disordine, che si oppone all'aggiustatezza delle nostre idee, e rende o falsi, o dubbiosi i nostri ragionamenti. Mi cadde a prima vista in pensiero, che a più alti principj rifuggir si dovesse, col penetrare profondamente nella origine delle idee, nel modo, con cui si producono, si purgano, e si rettificano, e qualmente si estendono, e si combinano; onde da tali speculazioni astruse, e recondite nascessero le regole, che danno norma ai concepimenti, ai giudicj, ed ai raziocinj. Ma io non voglio sviarmi dal mio cammino, per trattenermi lungo tempo ne' confini della

Me-

Metafiſica. Oltre che riflettendo io, che i Matematici, ſenza valerſi di meditazioni eſtranee, anno portata la loro ſcienza a quel grado di perfezione, al quale le altre diſcipline non ſono per anco giunte, nè ſperano forſe di giugnere; penſava fra me, che ne principj geometrici ci ſtia naſcoſto un qualche ignoto ſegreto, da cui derivi l'evidenza delle dimoſtrazioni. Non credo già, che la buona riuſcita provenga dalla certezza degli aſſiomi, e molto meno dal filo delle illazioni Ogni ſcienza ha le proprie maſſime fondamentali, e del pari chiare, e manifeſte. Di quelle appartenenti alla Fiſica ho fatto parole abbaſtanza, e non veggo per qual ragione debba io preſtare più pronto aſſenſo a chi mi dice, che il tutto è più grande della ſua parte, ovvero a chi mi inſegna, che una cagione non produce mai un effetto maggiore di ſe medeſima. E quanto alla ſerie de' raziocinj, la diverſità della materia non ne diverſifica i canoni, a tal che mentre ſieno veri i principj, non è difficile avanzarſi nel cammino, e progredir paſſo paſſo dalle concluſioni più ſemplici alle più compoſte coll'unico riguardo, che niente ſi aſſuma, che non ſia ſtato precedentemente dimoſtrato, onde ſi formi, per così dire, una catena di verità compoſta di molte anella fra loro inſieme conneſſe.

Fa d'uopo dunque, che l'arcano di cui vado in traccia, ſi celi nelle diffinizioni, le quali unicamente ſi premettono per eſplicare i vocaboli. Fiſſata una volta per ſempre la ſignificazione del nome conviene tenerla ferma, ed in conto alcuno non alterarla; perchè in tal guiſa ſi ſcanſano gli equivoci, e le ambiguità. Nè mi ſi dica, ch'eſſendo ſempliciſſime le idee de' Geometri, mentre anno ſoltanto per oggetto le varie modificazioni della quantità, non ci vuol molto a fare un buon uſo delle parole: concioſſiachè io riſpondo, che oltre le più ſchiette, ed ordinarie, contemplano i Matematici idee oltre modo ſublimi, e di lunga mano ſuperiori alla comune capacità, e cotali ſono le curve aſſintotiche, le magnitudini incommenſurabili, e traſcendenti, i varj ordini degl'infiniti, e degl' infinitesimi, ed altre parecchie di ſimile finiſſima tempra: per mezzo delle quali anno aperti i Fiſici gli occhi, e fatto loro comprendere la natura della materia eſteſa, baſe di tutte le coſe corporee.

IX.

Ma ciò, ch'è di ſomma importanza, ed in cui conſiſte il migliore del metodo geometrico, e doveva ſvelarſi a benefizio univerſale, ſi è, che le definizioni di nome adoprate giudicioſamente da Matematici vanno ſempre accompagnate dal carattere della poſſibilità. Voglio dire, che nel doppio rappreſentamento, cioè del vocabolo riſpetto l'idea, e della idea relativamente alla coſa, ſi viene a terminar nel poſſibile; di modo che ſiamo ad evidenza convinti, che la coſa è, o che può metterſi in eſſere nelle circoſtanze, in cui ſi concepe, e di conſeguenza che l'idea non è uno ſpettro vano, nè la parola un ſuono vuoto di ſenſo. A cagione d'eſempio ci ſi preſenti l'occaſione d'immaginare alcune linee curve, colle quali ſi ſoddisfaccia ai Problemi, o locali, o determinati; prima d'ogni altra coſa ſi penſa alla coſtru-

ſtruzione, indi all'andamento, e per ultimo alle proprietà. Il modo, con cui la curva ſi genera, ci mette anzi gli occhi la ſua poſſibilità, e ci dà l'agio di definirla, e ſervono all'uſo alcune delle ſue affezioni, che dall'origine ſcaturiſcono. Reputo ſuperfluo il numerare le differenti ſogge di far naſcere le curve: o deſcrivanſi per punti interrotti, o per un moto continuo, ovvero col tagliare un ſolido, o collo ſtendere in piano una ſuperficie, o pure valendoſi delle proprietà delle curve più ſemplici per delineare le più compoſte, o finalmente ſi eſpongano ſotto i ſimboli delle equazioni locali del Carteſio, e del Leibnizio; in qualunque maniera ci adopriamo, chiaramente ſi ſcorge, che non ha luogo la repugnanza, e perciò con franchezza ad eſſe curve s'impone il nome, al quale s'aggiugne la diffinizione eſplicatrice del vocabolo.

Arroge, che i Matematici non mettono le diffinizioni a faſcio; perchè caricandoſi di ſoverchio la memoria, il buon metodo alla confuſione ſi oppone; e perchè gli ſtudioſi rimarrebbero incerti, e perpleſſi, ove andaſſe a terminare un sì grande apparato di parole. Fanno uſo ſoltanto di quelle poche, che all'intelligenza di ciò, che ſono eglino per inſegnare, ſi rendono neceſſarie. E vaglia il vero non potevano comportarſi altrimenti; conciofſiacoſachè trattandoſi d'una materia, per iſtrada nuove cognizioni s'acquiſtano, e ci ſi deſtano in mente novelle idee, le quali naſcendo dalle verità anteriormente dimoſtrate, recano con ſeco dalla loro origine le note della poſſibilità.

Per la qual coſa a miſura che di tempo in tempo vengono in luce, ad eſſe i nomi, e le diffinizioni s'aſſegnano: con che le ſignificazioni ſi determinano, ed i favellari s'abbreviano. Euclide nel libro decimo degli elementi mette in viſta una idea geometrica malagevole a comprenderſi, e lontaniſſima dalle nozioni popolari. Diconſi da lui incommenſurabili due quantità, le quali diviſe, e ſuddiviſe in particelle quanto ſi voglia minime, ed impercettibili, non accade mai, che quella parte aliquota benchè piccioliſſima, la quale più fiate ripetuta miſura la prima grandezza, miſuri del pari la ſeconda, ſenza che avanzi un qualche reſiduo. Se queſta diffinizione di nome non foſſe ſtata da Euclide munita con una rigoroſa dimoſtrazione, e non ci aveſſe convinti, che in fatto ſi danno le quantità incommenſurabili, e che ſono di varj generi, applicandoſi ad ognuno d'eſſi la propria denominazione; crediam noi (laſciata da canto la gente indotta) che i Filoſofi ſteſſi, molti de'quali metafiſicando intorno il continuo, non ſono per anco giunti a capire, che l'eſtenſione è diviſibile all'infinito, la premeſſa diffinizione ammetteſſero? Sebbene fino a ſuoi tempi ſoleva dire Platone, che era più beſtia, che Uomo colui, il quale ignorava, che il lato, ed il diametro d'un quadrato erano due linee fra loro incommenſurabili.

Io mi affatico quanto ſo e poſſo per inculcare la maſſima propoſta. E chi vuole laſciarſi guidare dalla ragione, piuttoſto che dalla fantaſia creatrice bene ſpeſſo di concetti incompatibili, non ſi faccia mai a contemplare un obbietto, e a filoſofarci ſopra, ſe prima non ſi è bene aſſicurato della poſſibilità della coſa: altrimenti ſi fabbricano in aria delle ſtrutture in ap-

parenza magnifiche, ma deſtitute di fondamento, e di ſuſſiſtenza. Altrove ho indicati i ſonti del poſſibile, e dell'impoſſibile, e ſu tale importante ſubbietto ci ho impiegato un intiero capitolo. Preſentemente ſoggiungo, che qualora alla ſpiegazione delle parole ſi accoppiano le note della poſſibilità, la diffinizione del nome diventa in un certo modo diffinizione di coſa; concioſſiachè l'uditore ſi forma con facilità nella mente un concetto ſimile al noſtro di quella coſa, che egli ſcorge eſſere evidentemente poſſibile. Non potendo dunque ragionevolmente pretendere di vantaggio, s'invoglia di ſeguitarci paſſo paſſo ne' noſtri ragionamenti appoggiati ad una idea vera, e reale, ed agevole a concepirſi. In oltre non cade a lui nè pure in penſiero, mentre dalle ſcolaſtiche anticipazioni non ſia preoccupato, di chiederci una diffinizione lavorata a tutto vigore di Logica; perchè quand'anche ſi aveſſe in pronto, lo che rariſſime volte interviene, ſiamo ſicuri di fondare i noſtri diſcorſi ſopra una baſe ſtabile, e ferma, e non abbiam punto di biſogno di ſottili aſtrazioni, che facilmente ſi ſpuntano.

X.

Illuſtro la dottrina con un eſempio. Non c'è ſtata Setta filoſofica, che intorno la Natura dell'anima umana non abbia propoſta la ſua particolare opinione da quelle degli altri Fiſici talmente diverſa, che ad una ad una riandandole ci laſciano più che da prima incerti, e confuſi. Alcuni già perſuaſi, che l'anima foſſe una ſoſtanza attiva, movente, e fornita di forza, andarono in traccia di que' corpi ſottili, e ſpiritoſi, i quali più degli altri di tali proprietà foſſero corredati. Ci fu dunque chi la diſſe aria, chi fuoco, chi materia celeſte, chi una quinta eſſenza di ſangue, e chi un compoſto d'atomi minutiſſimi, liſci, e rotondi. Ma ſapendo io, ch' ogni particola d'aria, di fuoco, d'etere, di ſangue, ed ogni atomo liſcio, e rotondo non è un anima, ſto perpleſſo, ſe le dette materie poſſano combinarſi, e modificarſi in maniera, che di eſſe ſi formi un anima. Perciò i menzionati pareri non mi ſgombrano dall'intelletto le dubbietà, e non mi ſomminiſtrano una diffinizione di nome, in cui ſi contenga la poſſibilità della coſa. Altri Filoſofanti, che della mente umana ebbero un' altiſſima ſtima, ſiccome di coſa eccellente, e divina, la chiamarono una particella della divinità, *divinæ particulam auræ*. Queſti diſſero troppo, ed all'incontro nulla diſſero coloro, che la credettero un' armonia. Secondo Ariſtotele ella dee definirſi atto, o forma d'un corpo fiſico oganico capace di vita, e con ciò ſi adombra in qualche maniera il vicendevole commercio fra l'anima, e il corpo. E queſta definizione quantunque vera ed irreprenſibile, quando ſia ben inteſa, rieſce non oſtante imperfetta, e manchevole; perchè non prende di mira l'attributo primario, e radicale dell'anima. E quì di paſſaggio ſi noti, che ogni qual volta può ravviſarſi nella coſa conſiderata in ſe ſteſſa, una proprietà aſſoluta, e maſſime fondamentale, e feconda, io reputo diſetto ricorrere alle meno principali, ed in iſpezie alle relative. Santo Agoſtino, Uomo d'ingegno meraviglioſo nello ſtabilire i principj, e nel portare la coſa fin dove può giugnere a forza di cavar conſeguenze, entran-

trando nell'interno di se medesimo, ci diede una chiara, ed aggiustata idea della Natura dell'anima. Chi si darebbe a credere aver lui ottenuto l'intento, avvertendoci d'una particolarità, che tutti già sapevano, ma non era caduto in mente agli Uomini di farci sopra riflessione, o almeno di farne uso? Così egli la discorreva. Quando l'anima s'immagina d'essere o aria, o fuoco, o che so io, forse persuasa da qualche apparenza stimerà d'essere taluna di queste cose: ma di certo ella nol sa, nè può mai liberarsi dalla dubitazione; perchè potrebb'essere altresì, che tale non fosse. Metta dunque da canto almeno per poco quelle anticipazioni, in cui non rinviene la bramata certezza. E poscia si volga a contemplare se stessa, e con un atto riflesso consideri, ch'ella pensa, e che di tutti i suoi intimi sentimenti, e di tutte le sue cognizioni ella è consapevole. L'anima per tanto è una sostanza, che sa di essere, e in due parole una coscienza capace d'infinite modificazioni; imperciocchè o dubiti, o intenda, o voglia, o si trovi in istato felice, o miserevole, ella è sempre la stessa anima, e sa di dubitare, d'intendere, di volere, e di essere affetta o da soavi, o da triste impressioni. Nè sopra ciò può cadere dubbio di sorta; avvegnachè il senso intimo, e la sperienza continuamente ci ammoniscono, che la cosa sta pur così. Chi ci vieta dunque di lavorare una definizione di nome libera da qualunque disputa, e contraddizione, e base dei nostri ragionamenti in dicendo, che sotto il vocabolo d'anima intendo io quell'interno principio di pensare, che in noi risiede.

CAPITOLO SECONDO

Dell' Analisi.

I.

LA parola Analisi abbraccia varj significati, de' quali non si vuol farmenzione, bastando al Leggitore il sapere per ora, ch'io la ristringo ad esprimere un metodo familiare a Geometri per iscoprire le verità occulte. Io ne piglio la diffinizione ad imprestito da Pappo Alessandrino nel proemio delle Raccolte Matematiche. Essa è dunque *sumptio quaesiti tanquam concessi, per ea quae consequuntur ad quaesiti indagationem*. Mentre dunque siamo ambigui, se sia vera, o falsa una proposizione, prima d'ogni altra cosa si finge conceduta a nostro piacimento una parte, o l'altra della contraddizione: indi dai dati, e dalle circostanze convien dedurre un filo di conseguenze nascenti passo passo l'una dall'altra, finattantochè si arrivi a qualche verità altronde conosciuta, o a qualche falsità manifesta. E quì sa d'uopo arrestarci; perchè siamo giunti al termine della nostra inchiesta, e l'ultima illazione c'insegna se è vero, o falso l'assunto, e ce ne dà la dimostrazione. Conciossiacosachè tornando indietro per le vestigie impresse

dall'analisi, che si chiama anco resoluzione, e ripetendo a ritroso la serie delle conseguenze, si procede per via di sintesi, o di composizione; laonde dove la prima maniera di ragionare finisce, la seconda comincia. Si prende dunque per base o quell'assioma, o quel teorema già noto, e poscia viaggiando dietro la scorta dell'analisi, si poggia di grado in grado, sinattantochè si perviene a dimostrare la proposizione principale, di cui per avanti si dubitava. Quì si dee avvertire, che non ci riuscirà giammai di fare un tale regresso, se nel corso della nostra analisi non porrem cura di cavar conseguenze, le quali sieno talmente coll' antecedente connesse, onde in nissuna circostanza senza d'esso possan sussistere; perchè altrimenti non sarebbe permesso di assumerle come principio, e retrocedendo per sintesi ricavarne come conseguenza l'antecedente. Rischiarerò la cosa con un esempio. Se supposto che una figura sia circolare procedendo per analisi ricaverò, che l'ordinata è media proporzionale fra le parti del diametro, il mio raziocinio sarà legittimo; perchè potrò dire: l'ordinata è media proporzionale fra i segmenti del diametro; dunque la figura è un circolo. All'opposito se dedurrò per conseguenza, che partendo dal medesimo punto due linee, l'una tangente la curva, l'altra segante in due punti, il quadrato della toccante sia eguale al rettangolo fatto dalle due linee intercette fra il punto dato, e i due punti di sezione; la conseguenza sarà vera, ma inutile per l'analisi; perciocchè da una tale proprietà non si può con evidenza raccogliere, che la figura sia un circolo. Nei problemi il metodo non si diversifica, se non se in quanto si suppone fatto ciò, che ci vien proposto da farsi, e la progressione del raziocinio finalmente ci guida o ad un postulato, o ad una geometrica costruzione, della quale si aveva contezza.

I problemi in Fisica frequentemente non anno luogo; perchè questa scienza intesa alla contemplazione, piuttosto che all'opera, si lascia di buona voglia alle arti manuali, cui signoreggia, o pure converte in proprio uso quelli che dalle discipline matematiche le vengono somministrati. I Filosofi ipotetici anno fatto della Fisica una facoltà problematica; imperciocchè ogni qualvolta tentano di spiegare un fenomeno, eglino si mettono a sciogliere un problema, cercando la più congrua meccanica struttura, la quale sia atta a soddisfare alle apparenze.

II.

Prima d'inoltrarmi nella materia stimo opportuno addurre l'esempio d'una breve, e semplice analisi; onde il Lettore senta la forza, e comprenda l'artifizio del metodo. Si disputava ai tempi del Galileo intorno la discesa dei gravi, e si credeva comunemente, che lasciati cadere due corpi differenti soltanto nella mole dalla stessa sublimità per un mezzo tenuissimo, e di nulla resistenza fornito, il corpo grande lasciasse addietro il più piccolo, e compisse in più corto tempo un pari viaggio. Questa sentenza, sebbene falsissima, ed alla esperienza contraria, era avvalorata dall'autorità di Aristotele, che allora molto più della ragione valeva. Ma il Filosofo

Fio-

Fiorentino fatto a posta per cancellare dalla Fisica certe stravaganti opinioni con un semplicissimo giro di raziocinio, andava così discorrendo. Sia la cosa come si pretende, ed il corpo maggiore A (Fig. 1.) rispetto al minore B cali abbasso con una più grande velocità. Da ciò accaderà, che se si uniranno le due masse A, B in una sola massa AB o con qualche glutine, o per mezzo della verghetta AB rigida, e senza peso, il moto più celere del globo A verrà ritardato dal più lento del globo B; laonde l'aggregato de' due corpi A, e B camminerà con una velocità intermedia fra le due propie, e naturali de' due pesi staccati A, B. Piglio un terzo corpo C uguale ad A di volume, e di gravità: e giacchè ambo le masse A, B congiunte in una sono maggiori della C ne siegue, che in ordine alla ipotesi assunta discenderanno più velocemente messe a confronto della massa C, e per legittima conseguenza supereranno in celerità anche il moto della massa solitaria A, perchè essendo in tutto pari i corpi A, C, non c'è ragione, per cui uno piombi abbasso con più prestezza dell'altro. Ma di sopra si è dimostrato, che i corpi uniti A, B camminano con una velocità di mezzo tra la minore della palla B, e la maggiore della palla A; dunque posto il detto aggregato a paragone col globo C, sarà nel tempo stesso e più presto, e più pigro: lo che importa una palpabile contraddizione. Si conchiuda per tanto, che tutti i corpi della medesima materia di qualunque grandezza, o di qualunque figura, e cadenti da una pari altezza vanno di conserva, ed in tempi uguali trascorrono spazj uguali.

Niuno s'immaginerà d'attribuire il movimento più pronto al corpo di minor mole; perchè può restar agevolmente convinto, girando per un altro verso il discorso. Conciossiachè se il corpo più piccolo B vince in velocità il più grande A, coll'accoppiarli insieme, si accrescerà la celerità di A, e si minorerà quella di B; dunque l'aggregato AB camminerà più presto della massa A posta da se sola, e conseguentemente della uguale C: ma questa siccome più picciola debbe anche più velocemente discendere; dunque torna in campo l'assurdo; avvegnachè chiaramente si prova, che per una parte la celerità della sfera C è maggiore di quella dell'aggregato AB giusta l'ipotesi; e per l'altra parte la ragione ci dimostra, ch'è minore, perchè l'aggiunta del corpo B più veloce fa sì, che il corpo A acquisti qualche grado di velocità, che nè ad esso, nè al corpo uguale C naturalmente compete.

III.

Dicesi, che Platone sia stato l'inventore dell'analisi, altri ne danno la lode a Pitagora: ed io voglio credere, che questi illustri Filosofanti ne abbiano fatto uso frequentemente, e se ne sieno serviti in parecchi incontri. Ma dacchè gli uomini sono uomini, e dalla Natura in ogni età, in ogni clima anno avuto la ragione in retaggio, dal metodo analitico i loro discorsi prendono regola. Questa è la maniera popolaresca di raziocinare, comune ai dotti, ed agl'ignoranti, non apparata con istudio, e con arte, ma senza nostra fatica dalla Natura insegnataci. E coloro, che quasi sdegnandola, siccome troppo volgare, si sono per altra strada avviati, perduta la traccia di

rettamente filosofare, inciampano quasi ad ogni passo, e cadono nel cammino. Non so capire, qualmente alcuni d'acutissimo ingegno, e che ne fan pompa, di mille sottigliezze s'infrascano, e sì fattamente colle definizioni, colle divisioni, e coi sillogismi la materia inviluppano, che spogliata da' misteriosi vocaboli, e del metodo arido, e smunto, ci si presenta affatto nuda, e sparuta.

E vaglia il vero, quando si delibera intorno qualche importante negozio, o richiesti diamo altrui consiglio, che cosa facciam noi? Primieramente consideriamo con attenzione l'affare da tutti i lati, ed in tutte le circostanze, e se non ci pare d'aver lume sufficiente per ben risolvere, ricorriamo a coloro, che sono più periti di noi in quella particolare inspezione, o si anno generalmente acquistato il concetto di saggi, e di prudenti. Non si risparmiano le diligenze, e si aggiungono informazioni ad informazioni, per fino a tanto che della materia, di cui si tratta, ci crediamo abbastanza impossessati. Dappoi si suppone siccome fatto ciò, che si disegna di fare, e pesando accuratamente ogni particolarità, e combinando insieme i dati, e le notizie, si cavano le conseguenze, e colle antecedenti le susseguenti si legano, e si guarda per qualunque verso dove la cosa vada a riuscire. Se il beneficio supera il danno, e ci si affaccia più il bene, che il male (mentre rarissime fiate interviene, che si consegusca il fine desiderato, senza che ci sia il pro, ed il contro, e senza che il giovamento si mesca col pregiudizio) allora la nostra volontà si dispone ad abbracciare il partito: all'opposto se ne astiene, ogni qualvolta la bilancia trabocca dalla parte del male, quando però una passione violenta, e predominante, che l'intelletto ci offusca, non ci spinga da traverso. Ma se la mente sta in bilico, ed i motivi per operare, e per non operare ci sembrano di pari momento, nasce la incertezza, e la perplessità: ed in tal caso è sempre meglio soprassedere, avvegnachè un intraprendimento di soverchio risoluto tira con seco il rischio, e l'inquietudine: la qual affezione è così nojosa, che per picciole cose non mette conto il soffrirla: fa d'uopo bensì guardarci, che il tedio dalle grandi, dalle profittevoli, e dalle onorate non ci sraltorni. Non si è detto per anco il tutto. Presa una volta la risoluzione, dopo aver ben confrontata la perdita col guadagno, si pensa ai mezzi per ottenere l'intento, ed in questa discussione si dee procedere con diligenza, e con accortezza. Anno a sceglierst i mezzi più spediti, e più agevoli, e ad iscansarsi destramente le difficoltà, che ci si parano innanzi. Anche per istrada ci si fanno incontro delle novità non antivedute, per cui bene spesso ci si cangia in mano la faccenda, e conviene ad altro vento volger la vela, e perciò secondo le occorrenze bisogna ripigliar il discorso, ed iterare l'analisi. Tali sono i canoni esposti succintamente, con cui gli uomini regolano i loro divisamenti, e maneggiano gli affari della vita comunale: nè io mi sono mai pentito d'averli usati nelle materie scientiche, perchè quantunque da se soli non bastino, accoppiati cogli altri metodi, de' quali farò parola, recano un considerabile giovamento.

IV.

IV.

Ora merto in vista i difetti, ch'accompagnano il metodo analitico, e suggerisco i ripieghi almeno in parte valevoli a superarli. Dico primieramente, ch'esso è molto acconcio per esaminare le opinioni altrui, e per liberare le scienze da certe falsità ricevute, e convalidate dal tempo, e dalla rinomanza degli Scrittori. Secondariamente non ci lusinghiamo di fare in Fisica gran profitto, mentre non si chiami in soccorso l'analisi. Tutto dì ci si affacciano innumerabili fenomeni naturali, di cui si tenta la spiegazione: e le sperienze ben avverate, e delle opportune circostanze fornite sono le basi stabili, sulle quali si fonda l'analisi. Ma in terzo luogo frequentemente interviene ne' casi più ardui, che non sappiamo da qual parte girare il discorso; perchè non ci si apre sentiero alcuno, che ci agevoli il cammino, ed alla meta speditamente ci guidi. Avvegna ciò o per mancanza dei dati, o perchè siamo all'oscuro delle leggi della Natura, o perchè tutti non posson tutto; in tali incontri giova aspettar nuovi lumi, e guardarsi dall'opinare. Anche la fortuna ha il suo luogo: e siccome alle volte ci sfugge dalla vista un obbietto, perche l'occhio si volge da tutti i lati, fuorchè da quello dove risiede la cosa visibile; così la mente non prendendo di mira il soggetto per il suo verso, girasi inutilmente quà e là, senza mai trovare nè capo, nè via.

Io soglio assomigliare l'analisi ad un labirinto, in cui chi si smarrisce, camminando lungo tratto per viottoli intralciati, donde s'era partito spesse fiate ritorna, e proseguendo d'errore in errore, non rinviene il calle, che lo conduce all'uscita. Similmente l'intelletto comincia a ordire la tela dell'analisi, e cavando le conseguenze dall'assunto passa dalla prima alla seconda, indi alla terza, e così di mano in mano, e mentre bene spesso calca una strada, che a buon termine non lo mena, o non sa più dov'egli si sia, o riede per il sentiero già battuto, o incespa in qualche petizion di principio, o finalmente si stanca, e dispera affatto dell'esito. Non bisogna frattanto perdersi d'animo, e conviene ripigliare la meditazione a spirito cheto, avviandosi per un'altro calle; imperciocchè il secondo sforzo supera talora l'ostacolo, che non si è potuto vincere dal primo. Arroge, che non deesi fingere difficoltà somma, dove può essere che non ci sia. Quante fiate immaginandoci noi la cosa astrusa più del dovere, ci mettiamo in guardia, e quasi che si abbia a durare nella inchiesta una gran fatica, l'intelletto si concentra, e svagando ne' suoi divisamenti raccozza insieme idee disparate, e lontane, laonde nulla stringe, perchè troppo abbraccia. Coloro, che sono intesi alla contemplazione della Natura, sanno ch'io dico il vero, e sovviemmi, che avendo preso talvolta di concerto con alcuni miei dotti Amici a soddisfare ad una quistione, dopo averci per lunga pezza logorato il cervello, finalmente pervenuti alla soluzione, ci facevamo le maraviglie, come un'analisi di piccola, o di mediocre indagine ci avesse tenuti tanto occupati.

V.

I vecchi Geometri ammaestrati dall'uso dei mentovati ostacoli si sono avveduti, ed an procurato di metterci un qualche compenso. Nel maneggiare siccome accade varj quesiti, se per avventura urtavano in qualche intoppo, procedendo per via d'analisi, e riusciva loro a forza d'ingegno, e d'industria di superarlo, stendevano generalmente l'artificio particolare, e ne formavano ad altrui istruzione una regola. Molto s'impara non solo col ben comprendere le verità dai Matematici dimostrate, ma molto più col tener dietro al filo de' loro metodi, e col notare partitamente quelle singolari sagacità, le quali non sono tanto appropiate ad un caso, che ad altri parecchi colle debite avvertenze applicarsi non possano. Prima d'ogni altro ripiego mi si para dinanzi la deduzione, per cui un teorema, o un problema ad un più semplice, e più trattabile si riduce. Non si creda, che con ciò siamo giunti alla compiuta soluzione. Questo è un fermarsi dopo aver fornita la metà del cammino, per prendere nuova lena; conciossiachè l'analisi in più porzioni si divide, o piuttosto terminata una resoluzione, che ci guida fino ad un certo segno, ci facciam da capo, e diamo mano alla seconda, e forse alla terza, e così di seguito, fino a che ci troviamo pervenuti al termine dell'investigamento. Si racconta che l'Oracolo di Delfo propose l'arduo problema d'ingrandire il doppio un'altare cubico, tenuta salda la figura. Gli operaj duplicate tutte e tre le dimensioni lo fecero ottuplo in solidità. Ma Ippocrate Chio esaminata da Geometra la dimanda, s'accorse, che per costruire un cubo, che ad un altro dato di grandezza fosse in proporzione assegnata, facea di mestieri fra due linee date interporre due medie in ragione continua. Sia fatto ciò, che si cerca, ed il cubo sopra la linea (Fig. 2.) CD a quello sopra la linea AB sia in data proporzione. Giacchè il cubo AB al cubo CD sta in triplicata ragione del lato AB al lato CD, attesa la similitudine dei solidi, facciasi come la retta AB alla CD, così la CD alla EF, indi come CD ad EF, così EF ad HG. E perchè AB ad HG è per la costruzione in triplicata proporzione di AB a CD; dunque come la linea AB alla HG, così il cubo AB al cubo CD: ma le linee AB, HG sono date; dunque per trovar la retta CD lato del cubo in questione abbiamo a frammettere tra le linee AB, HG due medie in ragion continua, la prima delle quali cioè CD ci dà la soluzione del problema. Non si legge, che Ippocrate movesse altro passo: in questo mentre i Geometri posteriori a gara, principiando da dove aveva egli finito, si fecero ad investigare molte ingegnose maniere rapportate da Pappo Alessandrino, e da Eutocio Ascalonita, per mettere fra due linee date due medie proporzionali.

La deduzione è specialmente giovevole, quando le proprietà dei solidi si traducono alle dimensioni piane, e lineari, ed il citato Ippocrate nel caso addotto ce ne somministra l'esempio. Per quello poi appartiene alla Fisica, la quale se dalle scienze matematiche non è sostenuta, zoppica perpetualmente; il massimo artificio consiste nel trasportare in essa le dimostrazioni dell'Aritmetica, dell'Algebra, e della Geometria, esprimendo le passioni

ni della materia per via di numeri, di ſpezie, e di figure. Sopra queſto punto di ſommo rilievo non dirò di vantaggio, eſſendomi già prefiſſo di trattarlo accuratamente in un intero capitolo. Baſta per ora, che ſi ſappia eſſere il ripiego una ſpezie di deduzione, per cui in teoremi, e problemi matematici ſi tramutano le fiſiche inveſtigazioni.

VI.

Una prerogativa del metodo analitico ſi è la ſecondità; imperocchè molte, e fra loro diverſe ſono le ſtrade, che al medeſimo fine ci guidano, alcune più corte e piane, ed altre più lunghe ed alpeſtri. Se ſi aveſſe, per giugner al termine, a progredire per un ſolo ſentiero, eſſendo quelli, che ci fanno deviare, preſſo che innumerabili, ſarebbe colpo di mera ſortuna il non iſmarrirſi. I Geometri ſi piccano d'incontrare la più ſemplice ſoluzione, e tal fiata la coſa loro rieſce: ma ſecondo me non importa guari in qual modo ad un queſito ſi ſoddisfaccia, purchè ſe ne venga a capo; conciofſiachè in qualunque maniera ſi ſveli, è ſempre pregevole una verità nuova, e ſublime. Io ſo per propria eſperienza, che di rado la prima volta ſi piglia la coſa per il ſuo verſo, onde ſi dia di petto nella più elegante ſoluzione. Che ſe poi non contenti del primo ſforzo, attentamente rianderemo il progreſſo de' noſtri diſcorſi, e dalle particolarità ſcoperte novelle conſeguenze ſi dedurranno, e ſpezialmente ſe non perderemo di viſta i corollarj; ci verrà fatto bene ſpeſſo ad uno ſcioglimento imbrogliato, e troppo compoſto di ſurrogarne un altro più ſemplice, e più compiuto.

E quì ſi noti, che le varie ſoluzioni traggono l'origine dalla diverſità dei preparamenti. Una congrua, e ben appropiata preparazione facilita mirabilmente l'analiſi; e perciò ſa di meſtieri tener ſempre un'occhio fiſſo alle coſe, che ci ſono note, e l'altro a quelle, che ſi cercano. Appreſſo biſogna tenere a mente, che per un verſo il quiſito, e per l'altro i dati anno a legarſi inſieme, e che ciò ſi fa per via delle conſeguenze intermezze, che finalmente ſi danno mano, e dalla preparazione dipendono: la quale ci porge agio di tirare innanzi le illazioni tanto dalla parte della ipoteſi aſſunta, quanto dalla parte dei dati. E con queſti due viaggi uno incontro l'altro s'abbrevia la ſtrada, e ſi alleggeriſce l'intelletto dal carico di tener dietro ad una lunga ſerie di conſeguenze. Appreſſo non occorre nelle preparazioni andar per lo bujo a tentoni: anzi vi ſi richiede un non ordinario avvedimento, e maſſime nelle fiſiche inveſtigazioni, che portano con ſeco maggior indagine; conciofſiachè ſe l'apparato è ſcarſo e povero, non ci dà il modo di proſeguire il diſcorſo, nè di cavare le conſeguenze neceſſarie a compier l'analiſi: all'oppoſto ſe per ſorta è troppo abbondante, ſi moltiplica fuor di propoſito il numero delle concluſioni, e l'una con l'altra s'intrica talmente, ch'eſſendo noi incerti da qual banda abbiamo a piegare, ci laſciamo avviluppare in varie ricerche, e perdiamo il filo del raziocinio. Il poco, ed il ſoverchio ſono del pari nocivi, e l'afferrare quella giuſta mediocrità, che non pecchi o nel difetto, o nell'eccesſo, non è così facile impreſa. Convien dunque tener ſempre fiſſa la mira allo ſcopo, ed adoperarſi

in

in maniera, che i preparamenti riguardino i dati, e l'quisito colla dovuta corrispondenza. Ma la più industriosa preparazione, e la più giovevole si è quella, che dall'analisi stessa ci viene indicata, mentre cioè una conseguenza ci ammonisce cos'abbia a farsi per passar oltre, e dedurre le seguenti, e così di mano in mano, sinattantochè si arriva al termine della inchiesta.

VII.

Io vado accumulando precetti, e penso, che sia bene il dilucidarli almeno colla dimostrazione di un teorema geometrico, che per la sua semplicità dovrebbe riporsi fra gli elementari. Abbiasi il triangolo ABC (Fig. 3.) e l'angolo qualunque A sia partito per metà dalla retta AD, io dico, che il rettangolo BDC fra i due segmenti della base BC, coll'aggiunta del quadrato della bisecante AD, è uguale al rettangolo BAC contenuto dai due latiB A, AC. Sia vero ciò, che si propone: e giacchè anno a paragonarsi insieme cinque linee, cioè i due lati BA, AC, i due segmenti BD, DC, e la bisecante AD, è cosa chiara, che bisogna ristringerle a quattro, onde nasca l'analogia, per cui si dimostri l'uguaglianza dei prodotti. Ci viene dunque subito in mente d'unire in un solo rettangolo il quadrato AD, più il rettangolo BDC: lo che si ottiene, facendo il rettangolo ADE uguale al BDC. Ed ecco la preparazione, dalla quale nasce la conseguenza, che il circolo circoscritto al triangolo BAC, che passa per i tre punti B, A, C, passerà per il quarto punto E, attesa la natura del cerchio, in cui due linee, che s'incrocicchiano, e terminano alla circonferenza, come BC, AE, generano i rettangoli eguali BDC, ADE. Tirisi la corda BE, e si discorra così. Essendo eguali i testè menzionati rettangoli, se all'uno, e all'altro aggiungeremo il quadrato AD, avremo, il rettangolo BDC più il quadrato AD eguali al rettangolo EDA più il quadrato AD, ovvero al solo rettangolo EAD, il quale per l'ipotesi sarà parimente uguale al rettangolo BAC. Ci si presenta dunque il modo d'istituire una proporzione, e d'inferire, che come BA, ad AE; così AD, ad AC. E quì rifletto, ch'essendo uguali per l'assunto gli angoli BAD, DAC, ed appresso ne'due triangoli BAE, DAC proporzionali i lati intorno gli angoli eguali, essi triangoli saranno simili, e conseguentemente saranno eguali gli angoli BEA, BCA: lo che è verissimo, perchè ambo insistono all'arco comune AB.

La sintesi si sbriga in poche parole, tenuta ferma la preparazione dall'analisi somministrataci. Avvegnachè sono simili i due triangoli ABE, ADC, ne'quali oltre gli angoli BAE, DAC per l'ipotesi, sono altresì uguali gli angoli BEA, BCA insistenti sopra la stessa porzione di periferia AB: dunque come BA ad AE, così DA ad AC; dunque i rettangoli BAC, EAD, o in vece di questo il rettangolo EDA, più il quadrato AD sono eguali: ma il rettangolo EDA è uguale al rettangolo BDC per la natura del cerchio; dunque il rettangolo BDC coll'aggiunta del quadrato DA è uguale al rettangolo BAC: lo che dovea dimostrarsi.

Al-

Altrimenti. Poichè il rettangolo BDC più il quadrato AD è uguale al rettangolo BAC, s'io porrò il rettangolo BAF uguale al quadrato AD, mi naſceranno due conſeguenze: la prima, che il rettangolo AB in FC ſarà eguale al rettangolo BDC, ed in ordine a ciò come AB : BD :: DC : CF: la ſeconda, che eſſendo intorno gli angoli eguali BAD, DAF proporzionali i lati, cioè per la preparazione BA: AD:: AD: AF, i due triangoli BAD, DAF ſaranno ſimili; dunque l'angolo BDA ſarà eguale al DFA: lo che ſi dica anco degli angoli ADC, DFC, ognuno d'eſſi compimento a due retti degli angoli eguali BDA, DFA. Ne ſegue pertanto, che ſieno ſimili i due triangoli DAC, DCF, i quali oltre gli angoli eguali ADC, DFC anno l'angolo comune C; dunque AC: CD:: DC: CF. Ma ſuperiormente ci ſi è preſentata l'analogia AB : BD:: DC: CF; dunque AB: BD:: AC: CD ovvero AB; AC:: BD: DC: verità dimoſtrata da Euclide, e naſcente dalla diviſione dell'angolo BAC in due parti eguali.

Ommetto la ſinteſi ſiccome facile, e mi dichiaro d'aver recato l'antecedente eſempio in grazia de' principianti; acciocchè comincino a far uſo dell'analiſi, e tocchino con mano qualmente vadano applicate le regole, e dai caſi più ſemplici ſi facciano ſtrada a' più compoſti.

VIII.

Per compimento della materia deggio ragionare de' luoghi, che chiamanſi reſoluti, mirabile invenzione de' Maeſtri Greci, a fine di addeſtrare un Geometra allo ſcioglimento de' problemi più ardui. S'avvidero eglino, che il condurre l'analiſi dal quiſito ſino ai primi principj, o almeno ſino alle propoſizioni elementari, era molto malagevole impreſa. Speſſe fiate il viaggio è troppo lungo, e diſaſtroſo, e perciò ſi diſpoſero di abbreviarlo, aſſumendo in ſe ſteſſi una parte della fatica. A tal oggetto pubblicarono eſſi parecchi trattati concernenti varie materie geometriche, guarniti d' un numero copioſo di propoſizioni ſeconde di conſeguenze, in tal una delle quali aveſſe bene ſpeſſo a ricadere il progreſſo analitico. Ed ogni qual volta ciò interveniſſe, il Geometra aveſſe a fermarſi, ſiccome già pervenuto al termine della ſua perquiſizione.

Pappo Aleſſandrino nel lib°. 7°. delle compilazioni matematiche, dove procede per via di reſoluzione, e di compoſizione, ce ne dà alquanti eſempj, e ſpecialmente veggaſi la propoſizione 85ª., Problema 5°. del citato libro. Oltre ciò egli ci ha conſervato un ſuccoſo ſunto delle predette opere, parte delle quali tuttavia ſuſſiſtono, e parte ſi ſono perdute. Eſſe ci mettono ſotto gli occhi lo ſtato della vecchia Geometria. Utiliſſimi ſono i dati di Euclide, che ſervon di baſe all'analiſi degli Antichi, e di pari giovamento i poriſmi dello ſteſſo Autore, i quali ſecondo Pappo non differivano, ſe non ſe nell'ipoteſi, dai teoremi locali. Di minor uſo erano i tre libri d'Apollonio, che verſavano ſulla ſezione della proporzione, ſu quella dello ſpazio, e ſu i toccamenti: ma di grandiſſimo profitto il trattato della ſezione determinata: come altresì i luoghi piani, ed i conici dello ſteſſo Apollonio, aggiunti i luoghi ſolidi d'Ariſteo, e quelli di Eratoſtene detti alle medie-

tà, e gli altri di Euclide alla ſuperficie, materia oltremodo aſtruſa di cui haſſi un bell'eſempio in Pappo lib°. 4°. propoſiz. 28ª., e di cui ci ha dato un ſaggio il celebre Ermanno negli Atti della Imperiale Accademia di S. Pietroburgo. Reſta per ultimo il libro delle inclinazioni di Apollonio, nel quale ſi dava la ſoluzione di molti problemi, parte piani, parte ſolidi, e parte lineari. In queſti ci entravano le curve di più alto grado o analitiche, o traſcendenti, che a poche ſi riducevano, come la concoide di Nicomede, la ciſſoide di Diocle, la quadratrice di Dinoſtrato, e la ſpirale d'Archimede. Ed ecco l'apparato de' Geometri Greci, che ſebbene mancante, e da non porſi a confronto coi metodi moderni, nè per la ſagacità, nè per l'eſtenſione, ci ſomminiſtrano non per tanto dell'elegantiſſime ſoluzioni, nel qual pregio i noſtri Geometri cedono forſe agli antichi. Egli è ben vero, che dove i vecchi anno finito, ha cominciato il Carteſio, e dove queſti ha terminato, anno dato principio, per tacere di molti altri, l'Ughenio, il Nevvton, e il Leibnizio.

IX.

Comunque ſtia la coſa, ſon di parere, che in ogni ſcienza, ed in ogni facoltà i luoghi reſoluti, e bene avverati (non parlo già dei generali, e dei topici) rechino un gran beneficio ai noſtri diviſamenti; imperciocchè trattando qualunque ſoggetto, abbiamo dove ricorrere, e troviamo almanco in parte la materia preparata, e digerita. O dunque l'analiſi a qualche luogo ci guidi, o da uno, o più luoghi inſieme accoppiati ſi derivi la ſinteſi; interverrà ſempre, che il progreſſo del diſcorſo ſi agevoli, e gli errori molto più facilmente ſi ſcanſino. Ariſtotele nella ſua Rettorica, opera che va per le mani di tutti, e pochi ne conoſcono il pregio, raccolſe opportunamente ſotto varj titoli un buon numero di luoghi tratti dall'Etica, dalla Politica, e da' primi originali principj della ſocietà umana, mettendoli di mezzo fra le comuni ſempliciſſime nozioni, e le particolari quiſtioni, che debbono maneggiarſi dall'Oratore. Appreſſo ad imitazione de' Geometri il Cano compilò i luoghi teologici, e l'Everardo i legali: ma per quello riguarda la ſcienza della Natura, da due ſonti i luoghi fiſici ſcaturiſcono, cioè dalla ſtoria dei fenomeni, e delle ſperienze, e dalle verità ſin ora dimoſtrate. Intorno il primo punto mi riſerbo a ſuo luogo di ragionare: e quanto al ſecondo, chi non è ben fornito di Geometria, e non è pratico delle maravigliose ſcoperte, che ſi ſon fatte nel preſente, e nel paſſato ſecolo, principiando dal Galileo, dal Keplero, e dal Verulamio, non ſi metta a diſcorrere in materia fiſica; perchè conforme alla giornata pur troppo ſi vede, darà eſorbitanze tali, che moveranno le brigate nello ſteſſo tempo a riſo, ed a compaſſione. Per comporre un corpo di ſcienza, ci ſi richieggono i penſamenti di moltiſſimi Uomini di ſano diſcorſo: laonde chi più legge, più ſa, facendo però d'uopo di leggere con diſcernimento; avvegnachè non è vero tuttociò, che ſi trova ſcritto, e ſtampato. Non mi prendo la briga di teſſere un catalogo de' migliori libri, e ſarebbe deſiderabile, che taluno dietro la ſcorta di coloro, che in altre diſcipline lo hanno intrapreſo, e con-

do-

dotto a fine si prendesse la pena di ragunare i luoghi fisici già resoluti, almeno i principali, ed i più importanti. Io mi sono ingegnato di far ciò nel secondo libro, ma bramerei, che altri si addossasse il carico superiore alle mie forze, ed alle mie mancanze supplisse. Raccordo in questo mentre due eccellentissime opere, che io ripongo fra le locali, e sono i Principj matematici della filosofia naturale del Cavalier Isacco Newton e la Foronomia del Signore Jacopo Ermanno.

CAPITOLO TERZO

Della Sintesi.

I.

VA tutto dì per la bocca de' Dotti una vecchia, e comune sentenza, che l'analisi sia metodo d'invenzione, e la sintesi di dottrina. Pare a me, che ugual profitto dall'una e dall'altra trarre si possa per la investigazione della verità, e quasi quasi più dalla seconda, che dalla prima. Per usare l'analisi fa di mestieri aver contezza di ciò, che si cerca, e che ci sia nota la proposizione, la quale si vuol dimostrare. Ora bene spesso accade, che non abbiamo nè pur sentore di certe verità, che potrebbono per via dell'analisi svilupparsi: e l'andar baloccando quà, e là fingendosi delle posizioni ad arbitrio, e lavorandoci sopra, egli è perdere il tempo, e l'opera, senza che sovente si rinvenga qualche cosa di pregio, che meriti d'esser pubblicata. All'incontro procedendo per sintesi, si piglian le mosse da qualche verità conosciuta, e poggiando di grado in grado dalle asserzioni più semplici alle più composte, oltre che la materia si stende, e si rischiara, frequentemente si fanno delle inaspettate, e maravigliose scoperte. A cagion d'esempio il celebre Signor Domenico Guglielmini nel suo trattato sintetico della misura delle acque correnti è giunto a determinare la curva, a cui s'adatta la superfizie d'un fiume, col soccorso della pura Geometria lineare: problema arduo, e che da' Signori Bernardino Zendrini, e Jacopo Ermanno si è dovuto sciogliere analiticamente coll'applicarci il computo delle quantità infinitesime. I problemi, che vengono alla giornata proposti, si maneggiano meglio colla risoluzione.

II.

Accade talora, che un quesito nella prima maniera, che ci si para dinanzi, sia onninamente intrattabile, o almeno molto malagevolissimo a maneggiarsi. In tali incontri egli è necessario accoppiare insieme la sintesi coll'analisi, onde i due metodi si porgan vicendevolmente la mano. Si principia dalla resoluzione, e per mezzo d'essa si procura di soddisfare alle quistioni più semplici concernenti il proposto subbietto. Poscia ricorrendo ad

una ſpezie di compoſizione ſi cammina pian piano dagl'inveſtigamenti più facili ai più difficili, e così finalmente paſſo paſſo ſi arriva a ſnodare il problema difficilitſimo, ultimo termine delle noſtre ricerche. Ciò fatto biſogna voltarſi addietro, e diligentemente ponderare, ſe il quiſito più involuto ammetta una ſoluzione più piana, e ſe abbraccia ſotto di ſe i caſi meno compoſti. Mentre un mio dotto Amico, ed io eravamo inteſi allo ſtudio della Diottrica, a fine di dilucidare alcuni fenomeni, de' quali ci facea fede l'eſperienza, e non s'intendeva la ragione; ci ſi affacciavano di giorno in giorno molti curioſi, ed aſtruſi problemi, ed in particolare il ſeguente fra tutti il più malagevole.

Data qualunque lente AB (Fig. 4.) compoſta di due ſegmenti di cerchio, data la proporzione fra le forze refrangenti dei due mezzi fluido, e ſolido, e dato il punto lucido C nell'aſſe CE della lente, tirare la linea CD limite dei raggi refratti, e rifleſſi; di modo che tutti i raggi, che urtano nella lente tra i punti D ed F, ſi rifrangano, e quelli, che urtano nell'arco DA, ſi riflettano.

La difficoltà del queſito ci obbliga a principiare dai caſi più ſemplici, e ſempliciſſimo ſi è quello, ogni qual volta il punto luminoſo C è dalla lente infinitamente lontano, onde ſieno paralelli i raggi incidenti, e la lente di figura ſferica. Quì ci ſi fa paleſe una bella proprietà della ſfera, in cui refrangonſi tutti i raggi paralelli, che in eſſa cadono, ſenza che nè pur uno ſe ne rifletta, e ciò ſuccede in qualſivoglia ipoteſi di virtù refrattiva. Si paſſa poi gradualmente dalle poſizioni più ſemplici alle più compoſte, e ſtando fermo il paralelliſmo delle linee lucide, ſi prendono per mano le lenti piano-conveſſe, o piano-concave, indi le compoſte di due ſegmenti eguali, e finalmente quelle, che di ſegmenti ineguali ſi formano, ſieno eſſe o lenti, o meniſchi, o lunule. Dopo ciò ſi muove l'ultimo paſſo, ed in tutti i premeſſi caſi ſi cerca la ſoluzione, ſuppoſti i raggi o divergenti, o convergenti. Al problema ſi è compiutamente ſoddisfatto, ma per certe emergenze nate, delle quali non ſi vuol render conto, eſſo nè ſolo, nè accompagnato da parecchi altri del pari ardui, ed eleganti uſcirà alla pubblica luce. Il Metodo, di cui ſo parola, era familiare agli antichi Geometri, e recava con ſeco due importanti beneficj, cioè la ſchiettezza del preparamento, e della coſtruzione, e quello che più rileva, l'eſattezza delle determinazioni, onde naſceva un'elegantiſſimo ſcioglimento, che nulla laſciava a deſiderarſi Parmi, che i Moderni ſieno nelle determinazioni poco accurati, e ciò naſce principalmente, perchè non mettono ſtudio nell'impoſſeſſarſi degli artificj della vecchia analiſi. Il Celebre Edmondo Hallej ſcoprì anni ſono per buona fortuna il libro di Appollonio di Pergamo intitolato della ſezione dello ſpazio, e talmente s'invaghì della maniera netta, e magiſtrale di trattar la materia, che ſi avviſò di darlo alle ſtampe a comune utilità, e nel tempo ſteſſo fece avvertiti i Matematici, che fa d'uopo leggerlo attentamente per addeſtrarſi a maneggiar le quiſtioni ſul metodo degli Antichi. Adeſſo s'intende ad evidenza coſa voglia dir Pappo in parlando della ſuddetta opera nella prefazione del lib°. ſettimo. *Itaque primus liber de ſpatii ſectione habet locos ſeptem, caſus vigintiquatuor, & determinationes ſeptem, quarum quatuor*

ma-

maxima, & tres minimæ &c. Io mi ſottoſcrivo al parere del dotto Ingleſe, e convengo ſeco lui, che quanto più terremo dietro alle orme impreſſe da' vecchi Maeſtri in que' ſoggetti o geometrici, o fiſici, che ammettono una ſincera dimoſtrazione; tanto più i noſtri diſcorſi ſaranno accompagnati dalla chiarezza, e dall' eleganza.

III.

Avendoſi ad uſare la ſinteſi, ſa di meſtieri appoggiarſi a qualche fermo ſoſtegno, e queſto ſarà o un primo principio evidentemente manifeſto, o una verità invincibilmente dimoſtrata, o un fenomeno ben avverato, che in Fiſica ſiccome dato ſi aſſume, e ſerve di baſe alle future ricerche. Dopo ciò biſogna ben ruminare la propoſizione fondamentale, e volgerla da tutti i lati, a fine di cavarne quelle conſeguenze, che da eſſa immediatamente dipendono, ſenza laſciarne addietro veruna; avvegnachè appunto la non avvertita potrebb' eſſere quell'unica, che ci ſpianaſſe il ſenticro a qualche importante ſcoperta. Convien dunque ſtare inteſi, ed oculati, che nulla ci sfugga: nella qual inveſtigazione giova aſſai un ingegno pronto, e ſnello, ma molto più un lungo eſercizio. Colui che non laſcia arrugginire il proprio intelletto, ed a meditare lo avvezza, contrae una certa agilità di penſare, ed una certa penetrazione di mente, che in cervelli più profondi ſpeſſe volte non ſi rinviene. All'incontro guardiamci, che non ci paja di aver tirata una buona, e giuſta illazione, la quale in ſoſtanza ſia la ſteſſa ſteſſiſſima propoſizione aſſunta eſpreſſa con altre parole. Le petizioni di principio da queſto fonte derivano, e chi rimane in tal maniera deluſo, va continuamente in giro per un cerchio vizioſo, e torna ſempre da capo. Dedotte le conſeguenze, per renderle ſeconde, e far ſi, che da una verità naſca l'altra, e così di ſeguito, debbono eſſe adattarſi ad una nuova poſizione, introducendo opportunamente un qualche preparamento, onde ci ſi preſenti un teorema, che con facilità ci vien fato di dimoſtrare. Quinci perchè una cognizione dà mano all'altra, ſi comincia a veder chiaro, e ſi ſpande ſulla materia propoſta un lume talmente vivo, che ogni oſcurità ſi dilegua. Appreſſo le notizie acquiſtate ſovente ſi legano colle già conoſciute, e queſto impenſato rapporto ci ſomminiſtra de' curioſi combinamenti, e delle verità inaſpettate. Ma perchè il ſapere non ha termine, meritan biaſmo coloro, che troppo invaghiti dei propri diviſamenti, non an cuore di reſecare il ſuperfluo, e ſtimano di ſare una gran perdita, quando d'ogni minuzia non ſan conſerva, e teſoro. Ho ſentito un Matematico di primo grido a cenſurare, e forſe non ſenza ragione, il celebre Signor Varignon, il quale non rifina mai di cavar corollarj, e ſopra ogni picciola coſa trattiene inutilmente il Lettore: laonde impiega un mezzo volume in un ſoggetto, che ſpacciarſi potrebbe in poche pagine. E' nociva la ſoverchia abbondanza, e perciò dobbiamo contentarci di eſporre in qualunque materia le primarie, e fondamentali propoſizioni, e dedurne le conſeguenze di maggior importanza, laſciando il rimanente all'induſtria di chi legge; mentre non c'è chi voglia eſſere caricato di avvertenze oltre modo minute, e frivole.

IV.

IV.

Ci venga in penſiero d' inveſtigare con qual legge la Natura diſponga i peſi in equilibrio coſtituiti, e fingaſi, che nulla di ciò ſi ſappia, e nulla ſia ſtato mai dimoſtrato. Mettanſi dunque da canto i progreſſi d' Archimede, del Galileo, e d' altri parecchi, de' quali non ſi appagano alcuni più rigidi, e delicati Geometri, e camminiamo dietro la ſcorta della ſinteſi. Prima d' ogn' altra coſa vo in traccia d' un aſſioma, ſu cui io poſſa fondare i miei ragionamenti, e queſto a prima viſta mi viene poſto anzi gli occhi dalla più ſemplice ipoteſi. In una idea orizzontale ſi diſpongano due peſi eguali in egual diſtanza dal punto del ſoſtentamento ſollecitati da preſſioni agenti per direzioni paralelle, e normali alla verga: dico, ch' eſſi peſi ſtaranno equilibrati. Il pronunziato è manifeſto per ſeſteſſo, e naſce dal principio generaliſſimo della indifferenza; concioſſiachè eſſendo tutte le coſe pari, non c' è ragione, per cui un grave abbia da prevalere all' altro, e piuttoſto diſcenda il peſo collocato a deſtra, che quello meſſo a ſiniſtra. Dopo il primo paſſo movo il ſecondo, e mi faccio attentamente a conſiderare la fecondità del premeſſo aſſioma, e quali conſeguenze mi ſieno da eſſo legittimamente ſuggerite.

1.° Le maſſe pari P, Q (Fig. 5.) poſte in egual diſtanza dal centro A in vigore della gravità, che in eſſe riſiede, non ſono diſpoſte a produrre il moto, nè a generar forza viva, nè a ſtirare le braccia AC, AD della bilancia ſituate orizzontalmente; dunque lo ſforzo del doppio peſo, che mai non dorme, ſi converte tutto intiero contro il punto A, o contro la mano B, che ſoſtenta la ſtadera. Tolto di mezzo il ſoſtegno B, la gravità non impedita eſerciterà la ſua azione contro i peſi P, Q i quali ſi anderanno egualmente accelerando, e ſi tireranno dietro la verga GH, ſenza che queſta punto declini dalla linea orizzontale. E ſe la mano ſi oppone al conato de' gravi, e gli obbliga a ſtar in ripoſo, egli è neceſſario, che c' impieghi un niſo eguale, e contrario, onde non ſegua moto di ſorta, e le forze morte, che ſucceſſivamente non ſi applicano per qualſiſia ſpazio, non paſſino mai in forze vive. All'incontro ſe la mano uſa più forza di quella, che baſta a ſoſtenere i due corpi P, Q; ſaranno eſſi coſtretti a poggiar in alto contro l' indole della lor gravità. Abbiamo dunque due equilibrj, uno della potenza A riſpetto a' due gravi, e l'altro d'un peſo col ſuo compagno.

2.° Avvicinando i peſi al centro A per eſempio in E, F, o diſcoſtandoli, come in G, H, perchè le riſpettive diſtanze AE, AF, ovvero AG, AH ſieno eguali, nè ſi turberà l'equilibrio, nè la mano B reſterà più aggravata, o più alleggerita. La ragione ſi è, perchè i peſi P, Q in qualunque ſito ripoſino equilibrati, non creſcono, nè calano, e conſeguentemente non alterandoſi la cagione, non dee diverſificarſi l'effetto.

3.° Avvegnachè le braccia AE, AF ponno prenderſi minime, ed anche infiniteſime, ſalva l'uguaglianza; nel qual caſo egli è lo ſteſſo, come ſe i corpi P, Q foſſero applicati ad eſercitare verticalmente il loro conato contro

tro la mano B; ſe ne deduca, che i predetti corpi meſſi in diſtanze uguali dal centro A, o più grandi, o più picciole, aggravano la mano B colla ſteſſa energìa, come ſe ambo foſſero attaccati al punto A.

4.° Accreſciuta, o diminuita la maſſa de' gravi P, Q, ſtando ferme le aſſegnate circoſtanze, ſi aumenta bensì, o ſi minora la fatica della mano ſoſtenitrice, ma non ſi toglie di mezzo l' equiponderanza, o la quiete; ſuſſiſtendo tuttavia il principio della indifferenza.

5.° Ma ſe ricreſce il ſolo peſo Q, ovvero laſciandolo intatto ſi rimove maggiormente dall'appoggio A, onde nell'uno, e nell'altro caſo ſi turbi l'equilibrio, e ſi generi il moto, calando abbaſſo la verga AD, e poggiando in alto la verga AC: dico, che la mano B non reggerà tutto intiero il peſo de' due corpi P, Q, ma reſterà in parte alleviata. La prova della eſpoſta verità ſi deſume da ciò, che una cagione, in cui ſempre una determinata forza riſiede, non può eſtenderſi a generare uno, o più effetti, che preſi inſieme ſuperino l'energìa, della quale eſſa cauſa è fornita. Per la qual coſa ſe una porzione della gravità, che avvalora il peſo Q, s' impiega a comunicare l'attual movimento alle maſſe P, Q; egli è certo, che queſta non ſi ſpende in tirare in giù il chiodo, o la mano B: altrimenti ſi avrebbe più forza nell'effetto, che nella cagione, e ſi diſtruggerebbe il principio, che ſtabiliſce una perfetta uguaglianza tra l'effetto intero, e la cauſa piena.

6.° Se al punto A ſi addoſſa un qualunque peſo, ſerve ben eſſo ad aggravare il ſoſtegno in B, ma non influiſce nè punto nè poco nella mutua azione delle maſſe P, Q: laonde o aggiungendolo, o levandolo, conſorme portano le circoſtanze, nulla ſi pregiudica all' equilibrio.

E tali ſono le conſeguenze immediate, che dall'aſſioma come da fonte fluiſcono, taluna delle quali non verrà forſe in taglio, e pure non dovea traſcurarſi, non ſapendo per anco noi quale ſtrada s' abbia da battere. Sin ora però niente s' è fatto; concioſſiachè per muovere il terzo paſſo, ch' è il più laborioſo haſſi a diverſificare la poſizione aſſunta, ſenza pregiudizio dell' evidenza, e ſenza incorrere in petizion di principio. Sarà bene, che il leggitore dia un' occhiata a que' Matematici, che anno ſtabilite le loro dimoſtrazioni ſopra il premeſſo aſſioma, ed eſſervi com'eglino adoperati ſi ſono, ed oltre ciò con quali oppoſizioni ſieno ſtati impugnati i loro andamenti: notizie, che nella Meccanica del Geſuita di Chales ſi trovano in parte raccolte.

V.

A me è caduto in mente di modificare l' ipoteſi nella ſeguente maniera. Poſti i due peſi eguali P, Q in pari diſtanza dall'appoggio A, onde ſi dia l'equiponderanza, divido il grave Q in due parti eguali R, S, (Fig.6.) colloco eſſe porzioni nei ſiti E, F in pari diſtanza dal punto D, e cerco, ſe in tale circoſtanza fra i tre corpi P, R, S ſia per ſuſſiſtere l' equilibrio. La terza conſeguenza dall'aſſioma dedotta m' inſegna, che rinviene allo ſteſſo,

che

che i pesi R, S eguali stiano collocati ne punti E, F, che tolgono in mezzo il punto D, ovvero che nel medesimo punto D si riuniscano: ma in questo secondo caso sono essi equilibrati; dunque ciò dee succedere, quand' anche fra loro si separano; serbata la condizione di sopra espressa. La proposizione è fondamentale, e perciò vuol esser munita con una rigorosa dimostrazione.

Teorema.

Abbiasi la bilancia solitaria, e staccata E F con i due pesi eguali R, S del pari discosti dal centro D, che costituiti in equilibrio vengano sostentati dalla forca G, che li pareggia. Prendasi il peso P uguale alli due pesi R, S raccomandato alla funicella H P, e retto dalla potenza pari H, che lo trattiene in riposo. E' cosa chiara, ch' equivalendo la forza G alli due gravi R, S eguali a P, i quali operano, come se amendue fossero attaccati al punto D, le due forze G, H saranno eguali, ed appresso che nell' assegnata positura l'energia della gravità delle tre masse P, R, S non può produrre alcun movimento. Lo stesso interverrà se prorogata in C la verga F E, che si finge senza peso, si legherà il corpo P al punto C, onde tanto il peso P, quanto la potenza H esercitino contro il punto C la loro azione uguale, e direttamente opposta.

Ora fa di mestieri in cambio delle due forze H, G sostituirne una terza, che da se sola senza altro ajuto mantenga le cose nello stato, in cui si trovano Dividasi dunque la linea C D per metà nel punto A, al quale applichisi la potenza B doppia di H, ovvero di G, ed uguale ad ambo prese insieme; dico essersi fatto, quanto ci eravamo proposti di fare. Conciossiachè per la terza conseguenza le due forze H, G operano in maniera, come se fossero congiunte nel punto A; dunque siccome uguali alla potenza B ad essa equivagliono, ed il medesimo effetto producono: ma le suddette due forze H, G, impedivano qualunque moto de' tre gravi P, R, S, e conseguentemente li tenevano equilibrati; dunque lo stesso farà l' unica potenza B adattata in A, ed agente per la medesima vertical direzione: lo che ec.

Corollario I.

Se dal peso Q (Fig. 5.) noi staccheremo due porzioni eguali ad arbitrio per esempio due quinte parti, e le faremo camminare una a destra, e l'altra a sinistra dal punto D, mantenuta sempre l' uguaglianza delle distanze D F, D H, in tale supposizione persisterà l'equilibrio, conforme è facile a dimostrarsi.

Corollario II.

In qualunque modo si faccia l'equiponderanza fra due, o più pesi eguali, o ineguali, mi sarà sempre permesso il partirne uno, o più in porzioni

zioni eguali, disponendole come sopra a norma del teorema, o giusto il precedente corollario, senza disturbar l'equilibrio.

SCOLIO.

VI.

Osservo, che stando ferme le cose superiormente dedotte, si ponno scegliere due punti favorevoli alla nostra ispezione. Primieramente partito per metà il grave Q, una parte cioè R (Fig.7.) si muova in maniera, che pervenga sotto il punto A, ed ivi si fermi, mentre l'altra S cammina fino in F, essendo pari i discostamenti DA, DF. In sì fatta posizione sta saldo l'equilibrio, e senza punto alterarlo, posso levare la porzione R, la quale (conseguenza 6.ª) altro non opera, salvo che aggrava la potenza B, e non influisce nell'azione dei pesi P, ed S in riposo costituiti. Secondariamente la porzione R seguitando a muoversi, vada ad unirsi colla massa P, in tempo che la porzione eguale S perviene in I, ed amendue sono equidistanti dal punto D. E perchè in ambo i casi abbiamo due corpi ineguali messi in equilibrio, da essi si dee cavare il primo indizio, con quali regole vengano moderate dalla Natura le leggi dell'equiponderanza.

E cominciando dal primo caso, a buon conto diviso il peso Q per metà, ed applicata la parte R al punto A, e portata l'altra S nel luogo F, onde sieno eguali le lontananze DA, DF, indi tolto di mezzo il corpo R, abbiamo due gravi equilibrati P, S, che si rispondono in doppia proporzione, e nel tempo stesso la distanza AC dall'appoggio A sudduplà dell'analoga AF. Per la qual cosa almeno in questo semplicissimo incontro i discostamenti dei due pesi dal comune sostegno si trovano essere in ragione reciproca dei pesi medesimi.

Proseguisco le mie ricerche, e suddivido il peso S in due membri eguali T, T (Fig.8.) uno de' quali si collochi sotto il centro A, e l'altro si allontani (corollario 2.º) dal punto F per la distanza FK uguale ad FA; anche in tal caso il peso P sarà quadruplo di T, nel mentre che la distanza AK dupla di AF si troverà quadrupla di AD, o di AC, e durando l'equilibrio, si diversificherà la regola della proporzione inversa fra i pesi, e le distanze. In tal guisa si continui il discorso, e si scoprirà, che se i pesi saranno in progressione dupla decrescente, anco le distanze si troveranno nella stessa serie doppia, ma crescente, ed inversa, cioè

Pesi 1. $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{8}$. $\frac{1}{16}$. $\frac{1}{32}$ ec.

Distanze 1. 2. 4. 8. 16. 32. ec.

M' inoltro a considerare il secondo caso, e posti i due gravi eguali P Q, (Fig. 5.) che sieno in bilico rispetto al sostegno A, partisco in due il pe-

ſo Q, e movo la porzione R (Fig. 7.) verſo C, ſinattantochè vada a congiugnerſi col peſo P, e traſporto l'altra S nel ſito I a tal che le diſtanze DC, DI ſieno pari. Il peſo P + R ſarà triplo di S, ſiccome l'allontanamento AI per la coſtruzione è triplo di AC; laonde nella preſente ipoteſi i peſi ſerbano l'analogia reciproca dei diſcoſtamenti. Torno a dividere il corpo S in due parti eguali T, T (Fig. 9.) una delle quali ſi unisca alle maſſe P + R, e l'altra ſi traſeriſca in K, onde ſieno eguali le diſtanze IC, IK. La ſomma dei peſi P + R + T ſarà ſette volte maggiore del peſo T, ed all'incontro la diſtanza AK altrettanto maggiore della corriſpondente AC, nell'qual circoſtanza ſta fermo l'equilibrio. Così proſeguendo di mano in mano, naſcono le ſerie

Peſo in C 1. $\frac{3}{2}$. $\frac{7}{4}$. $\frac{15}{8}$. $\frac{31}{16}$ ec.

Peſi nella verga AK 1. $\frac{2}{2}$. $\frac{4}{4}$. $\frac{8}{8}$. $\frac{16}{16}$ ec.

Diſtanze nella verga AK 1. 3. 7. 15. 31. ec.

Noto, che replicando le diviſioni del grave Q, alcune di eſſe ſi ponno accoppiare col peſo P, ed altre applicarſi al punto A. Di più ſi può partire in due egualmente l'aggregato delle maſſe P + R + T ec. e così ſucceſſivamente, ed operando come ſopra, avremo innumerabili combinamenti, i quali ſe non ſi mettono in ordine, partoriſcono confuſione. Mi faccio dunque a ſciogliere due problemi.

PROBLEMA I.

Dati due peſi in proporzione multiplice, metterli in equilibrio ſulla verga d'una ſtadera.

VII.

Si oſſervi, che ogni qualunque numero ſi forma coll'aggiungere inſieme alquanti termini della ragion dupla, e queſta ſi è una propoſizione per via d'Aritmetica facilmente dimoſtrabile. A cagion d'eſempio il numero undici è compoſto dei tre 8 + 2 + 1, ed il 29 dei quattro 16 + 8 + 4 + 1, ed il 38 dei tre 32 + 4 + 2.

Ciò premeſſo ridotti prima i numeri moltiplici alla minima proporzione, in cui un termine ſarà ſempre l'unità, eſtendaſi la progreſſione dupla

Quinci assunto un termine nella serie, che sia immediatamente minore del numero dato espongasi una progressione particolare, che cominciando dal suddetto termine vada a finire nell'unità. Si segnino poscia in essa que' numeri, che non entrano nella composizione del dato numero. Finalmente posti nella stadera due pesi eguali, ed equilibrati, che ambo prendano la denominazione dal termine della serie già determinato, uno d'essi si divida, e si suddivida in porzioni eguali, perfino che si giunga all' unità, e si avverta, che le parti sudduple, ch'entrano nella composizione del numero assegnato, vanno unite coll'altro peso, e quelle, che non c'entrano, vanno sottoposte al punto dell'appoggio. In tal modo si soddisfa compiutamente al Problema.

Esempio.

Abbiansi da porre in bilico i due pesi 7, 1. Il termine della serie dupla più vicino al 7, e di esso minore, si è il 4, e la picciola progressione, che quì viene a festa, è 4. 2. 1, i tre membri della quale sommati, senza escluderne veruno, formano il numero 7. Colloco dunque intorno il punto A (Fig. 5.) alle distanze pari AC, AD i due pesi eguali P=Q=4. Partisco il grave Q in due pesi uguali R=S=2 (Fig. 7.), ed una di queste parti la congiungo col peso P mettendo l'altra in I, e facendo CD=DI. Il peso in C sarà triplo del peso in I, cioè come 6 : 2; e parimenti la distanza AI tripla di AC mantenendosi tuttavia l'equilibrio. Torno a dividere in due il peso S=2, e la porzione T=1 (Fig. 9.) si unisca al grave P, mentre l'altra si trasporta in K, con i discostamenti eguali IC, IK. Anche in tal caso sta salda l'equiponderanza, ed essendo il peso in C sette volte maggiore di T, la distanza altresì AK contiene altrettante fiate la AC.

Ma se in vece di collocare la metà del peso Q in C (Fig. 7.) si avesse sottoposta essa al sostegno A, facendo le distanze DA, DF uguali s' avrebbono i due pesi in CF equilibrati in proporzion dupla; ed in tripla, come si è detto, unendo essa metà al grave P. Di più fatto passare mezzo il peso S. ora in A, ed ora in C, ci si presenteranno fra i pesi equiponderanti le proporzioni quadrupla, quintupla, e sestupla, ed in somma tutte quelle, che nascono fra l'unità, ed i numeri naturali, che tra essa, e l'ottonario stanno di mezzo. Non moltiplico gli esempj; perchè il metodo esposto si dilata ad ogni caso, e non ammette eccettuazione.

due pesi, ma in molti ed in qualsivoglia novero. Sieno attaccati alla verga EK i cinque pesi P, Q, R, S, T, due a destra, e tre a sinistra dell' appoggio, e sieno i due prodotti P×EA+Q×CA uguali ai tre R×FA —S×IA+T×KA, i prodotti pesi, o in luogo d'essi surrogate altrettante potenze di qualsisia genere staranno in equilibrio.

Egli è vero, che la mia maniera di procedere non abbraccia le proporzioni o sorde, o trascendenti, che fra le potenze, e le distanze possono mettersi: ma di ciò non mi piglio fastidio, sapendo io, che queste ragioni inesprimibili si ristringono fra limiti razionali, che ad esse vieppiù si accostano, onde il divario di qualunque dato fassi minore. Per la qual cosa vanno maneggiate come le razionali, e nel caso nostro alla premessa legge soggiacciono.

SCOLIO.

X.

Dimostrato il canone dell'equiponderanza, resta che si accomodi alla pratica uno degli avvertimenti da me superiormente insinuati, e veggasi, se per avventura ci si fa palese un qualche rapporto tra la verità scoperta, ed alcune di quelle, che altronde ci sono cognite. Se due corpi molli, ed inerti direttamente s'incontrano con quantità di moto eguale, cioè a dire che le masse sieno in ragione reciproca della velocità; la forza viva, che in ambo i corpi risiede, si spende tutta nel produrre la contusione, e viene, per così dire, dallo scambievole ammaccamento assorbita; a tal che dopo l'urto, e la mutua azione, e reazione le masse alla totale quiete riduconsi. Nel caso nostro parimente la forza morta della gravità, dalla quale amendue i pesi sono alla discesa incessantemente sollecitati, ogni qual volta le masse si rispondono in proporzione inversa delle distanze, tutta quanta essa è, nel premere il sostegno s'impiega, e s'inabilità a generare qualunque menomissimo movimento. Quindi si raccoglie, che la stadera altro non è, salvo che un pendolo composto, in cui sono talmente ordinati nelle assegnate circostanze i pesi, o le potenze equivalenti, che nulla della loro energia se ne consuma nello stirare, o nel comprimer la verga, nulla nello stimolare le masse al moto, ma tutta intera nell'aggravare il sostegno unicamente si adopera. Queste relazioni ci aprono un largo campo di filosofare, mentre delle menzionate verità si cerchi l'intima connessione: ma io levo la mano dalla tavola.

CA-

CAPITOLO QUARTO

Degli esperimenti.

I.

HO detto nella prefazione dell'Opera, ed ora mi nasce l'occasione di ripeterlo, che i problemi fisici per la maggior parte richiedono, che si assuma un fenomeno ben avverato, da cui si cavino le opportune conseguenze, che ci servono di guida per iscoprire le leggi della Natura. Con questi tre passi si perviene alla soluzione del quisito: ma nel moverli un dopo l'altro ci si parano innanzi gravissime difficoltà. Per ora mi trattengo solamente sul primo, e premetto, che le osservazioni, e gli esperimenti sono que' mezzi, i quali unicamente ci danno contezza delle naturali apparenze. Osserva colui, che si vale de' proprj sensi nello stato, in cui si ritrovano, e senza industria di sorta riceve in se stesso le immagini degli obbietti. All'incontro se per penetrare più addentro nella struttura de' corpi, non bastando le semplici superficiali ispezioni, si mettono in uso stromenti, ed artifizj appropriati, ciò dicesi sperimentare.

I sensi ci aprono le porte della Fisica, per le quali appena entrati dalla varietà delle cose tal fiata estraordinarie, e dai differenti aspetti, in cui ci si affacciano, svegliatasi in noi la ammirazione, e la curiosità, si è cominciato a filosofare. E siccome ci siamo indispensabilmente serviti de' nostri sensorj fin dalla prima infanzia, età in cui nulla, o poco si riflette; così conviene in qualunque incontro adoprarli, giusto la loro presente costituzione. De' giudizj, e de' raziocinj abituali, che si sono fatti in passato per migliorarli, non se ne conserva la memoria, e poco si bada a quelli, che di tempo in tempo secondo il bisogno, e le congiunture si van facendo. Dal frequentemente usare i sensi, trassi il benefizio di renderli assai più acuti, e delicati. Sottilissime oltre l'ordinario costume degli Uomini sono l'orecchie de' periti Musici assuefatte ai rapporti armonici, le quali discernono le consonanze più semplici scostate per l'ottava, o per la decima parte d'un coma: e coloro, che tutto dì sono avvezzi a maneggiar monete, col lasciarle solamente scorrere per mano, distinguono le false dalle buone, e le scarse da quelle di giusto peso.

II.

Si suol credere comunemente, che i sensi bene spesso c'ingannino, e che l'uno corregga l'altro, ovvero tal fiata emendi sestesso. Sostenevano i Settici, che sono sempre incerti, e fallaci; e gli Epicurei, che ad essi non si debbe mai negar fede. Io dico, che ogni sensazione, qualunque ella sia, ci palesa una fisica verità; conciossiachè attese le particolari circostanze, e salve

ſalve le leggi inviolabili della Natura, gli obbietti eſterni non ci ponno eſſere rappreſentati altrimenti. Come dunque ci ſarà mai deluſione, ſe le cagioni ſono reali, e ſincere, ed incapaci di diſguiſare gli effetti? E' celebre lo ſperimento del remo immerſo nell' acqua, che piegato, e rotto appariſce. Mentre eſtratto dal fluido ſi vede diritto, ed il toccamento colla ſeconda viſione ſi accorda. Ma quì ſi rifletta, che i raggi lucidi in paſſando dal mezzo più denſo al più raro, cioè dall' acqua all' aere, neceſſariamente s'inflettono, e non continuano il loro viaggio per linea retta. In ordine a ciò l'immagine del remo, che portano all' occhio, dee parer ripiegata; avvegnachè ſe nel caſo addotto l'obbietto faceſſe di ſe moſtra nel ſuo ſtato naturale, non ci ſarebbe criterio per venir in cognizione d'una importante verità, che concerne le infrazioni del lume. All' incontro ſe il baſtone è collocato nell'aria aperta, o tutto tuffato nell'acqua, la viſta non ce lo preſenta ſiccome incurvato, e nel tempo medeſimo ci ammoniſce, che immergendolo, o ſollevandolo in parte, non c'è motivo valevole per fare, che ſi ſcavezzi.

I ſenſi non ſi reputino falſi, ed ingannevoli, nè in ciò certamente conſiſte la loro imperfezione. Sono difettoſi piuttoſto o per mancanza di naturale attività, che ſi riſtrigne dentro limitati confini, o perchè non uſandoli frequentemente, e non riflettendoci ſopra, ſtanno indietro, e non ci ſcoprono tutto ciò, che manifeſtarci potrebbono. Sarebbe in pronto il rimedio, ſe ad ogni ſubbietto di minutamente applicarli ci foſſe conceſſo. Egli è impoſſibile d'impoſſeſſarſi d'ogni meſtiere, ed un Artefice nelle materie, che ha per le mani ſente molto più di qualunque perſona dotta, e ſvegliata. I Filoſofi ſteſſi non arroſſiſcono d'interrogare gli operaj intorno alcune ſegrete particolarità, che nei miſti riſiedono, e ſpecialmente i Chimici, che de' prodotti naturali iſtituiſcono un'accuratiſſima analiſi.

Per ſupplire ai menzionati difetti, la ſagacità de' Fiſici ha inventati parecchi ingegnoſi ſtromenti, che avvalorano i noſtri organi, ed ampliano le regioni de' ſenſi. Ben è vero, che la Natura nelle ſue operazioni ſi adopera con tal maeſtria, e ne riduce gli elementi a tal picciolezza, che li ſottrae alla giuridizione de' ſenſorj anche da' più ſquiſiti ordigni ajutati. Per la qual coſa conviene imitare naviganti, che inteſi a ſcoprir nuove terre, o ſi contentano di additarle da lontano, o di afferrare le ſpiagge, ed ivi fermarſi, fraſtornati da inſuperabili oſtacoli di penetrare nell'intento de' continenti. A buon conto negl'inveſtigamenti naturali è conceduto ai Moderni di pervenire laddove gli Antichi privi de' neceſſarj ſoccorſi non potevano ſperare di giugnere, ed i Poſteri con novelle ritrovate ſi apriranno altre ſtrade, per ridurre i ſenſi a maggior perfezione. Intanto il baroſcopio del Torricelli, e la macchina del Boile an fatta naſcere l'Aerometria, ſcienza coltivata dall' Eruditiſſimo Wolfio. Con i termometri ſi miſurano i gradi del calore, cogl' igrometri quelli dell' umidità dell' aria, e cogl' idrometri la gravità ſpecifica de' fluidi. Ci ſono ſtromenti, che ci danno contezza delle rarefazioni, e delle coſtipazioni de' ſolidi, ed altri di ſimil fatta, de' quali non ſi vuol fare menzione. Ma dove laſcio i cannocchiali, ed i microſcopj, che ci mettono anzi gli occhi una vaſta eſtenſione di mondo incognito ai

noſtri Antenati? Baſta por mente al grand' apparato di macchine d' ogni ſorta introdotte in grazia di ripetere d'anno in anno i corſi della Fiſica eſperimentale, e fabbricate quaſi direi per render viſibile, e palpabile la ſcienza della Natura. Su queſto punto non ſi defraudino della lode giuſtamente meritata i Signori 's Graveſande, e Muſchembroek.

III.

Con tali ſuſſidj ritorniamo francamente all'eſperienze, delle quali mi accingo a tener diſcorſo. Sopra ogni altra coſa ſtiamo oculatiſſimi, che ſieno vere; perchè altrimenti l'edifizio, che d'innalzar ſi pretende, ſi fonda ſul vano, e ſurge una mole fantaſtica, che non ha punto che fare col preſente ſiſtema della Natura: ſe pure non entriamo bene ſpeſſo in un mondo d'impoſſibili, del quale non ſi conoſcono le ripugnanze. Si pecca doppiamente, e nel fenomeno falſo aſſunto ſiccome principio, e nelle conſeguenze, che ben dedotte ſono infallibilmente aſſurde, ed eſſendo illegittime aggiungono errore ad errore. Alcune volte gli sbagli ſi aſſociano colla buona fede, ed avviene, che o per innavvertenza, o per fretta di ſapere ci paja di veder l'inviſibile, e di toccar l'intangibile. Ma più frequentemente il prurito di contraddire, o la oſtinazione di difendere le proprie ſentenze fa traviare i Filoſofi dal diritto ſentiero della verità.

Nel corſo di queſta mia fatica i Lettori ne troveranno non pochi eſempj, che ſi vogliono per lo più attribuire a qualche ſviſta innocente. Quì metto a campo le oſſervazioni del Divini contrappoſte a quelle dell'Ughenio intorno le apparenze ſtrane di Saturno ſcoperte in prima, ed abbozzate dal Galileo. In que' tempi ſi diſputò ſu tal ſoggetto con calore; perchè ſotto la maſchera del Divini ſi naſcondeva il P. Onorato Fabro della Compagnia di Gesù. Ambo i litiganti propoſero con efficacia le conghietture: ma la conteſa era principalmente di fatto, o per meglio eſprimermi, d'occhio armato di ſquiſitiſſimi teleſcopj; atteſochè non concordando ne' fenomeni i due celebri Avverſarj, non è maraviglia, che foſſero diverſe le conſeguenze. Gli Aſtronomi poſteriori, purificate le oſſervazioni, anno deciſa la quiſtione a favor dell'Ughenio, ed ai giorni noſtri ognuno ſa, che Saturno, oltre l'eſſere corteggiato da cinque Satelliti, è cinto da un ſolido anello, e che queſta, eſcluſe tutte le altre poſſibili, è l'unica poſizione, per cui ci vien fatto di ſoddisfare alle apparenze.

La memoria mi ſuggeriſce un ſecondo eſemplo. E' uno ſcoglio dell' Idroſtatica, in cui anno urtato da un ſecolo in quà i più illuſtri Matematici, l'eſperimento de' tubi capillari tuffati ne' fluidi. Pare, che ſi pertùrbino le leggi dell'equilibrio; imperocchè tutti i liquori da noi conoſciuti più, o meno s'alzano ſopra il livello, e vi ſi ſoſtentano, eccettuato il mercurio, che per lo contrario diſcende, e tanto più i diviſati effetti ſono ſenſibili, quanto il foro dell'cannellino è più anguſto. Sarebbe un non finirla mai, ſe mi pigliaſſi la briga di riandare ad una ad una le ſentenze de' Fiſici ſopra queſto curioſo fenomeno. A' noſtri prevale l'opinione Nevvtoniana, che ne attribuiſce la vera cauſa all'attrazione, o alla repulſione del

vetro,

vetro, ed appreſſo vuole, che la forza attrattiva, o ripulſiva ſia proporzionale alla ſuperfizie interna del tubo; nulla avendoci che fare la maggiore, o minor groſſezza della zona vitrea, che circonda il vano, nè conſeguentemente la maſſa ſolida del criſtallo. Benchè ſia impercettibile come una ſuperfizie, quantità puramente matematica, eſerciti azioni fiſiche; tuttavia l'accuratiſſimo Muſchembroek con una ſperienza alla mano dava peſo alla premeſſa ſpiegazione. Immerſa la cannuccia nel liquido, il quale ſaliva alla conſueta ſublimità, e ſpezzato deſtramente il ſifoncino dalla parte ſuperiore ripieno ſoltanto d'aria; vide, o gli parve vedere, che il fluido ſenſibilmente calaſſe a baſſo: e così aveva a ſuccedere; mercè che minorata la ſuperfizie, ed inſiememente l'energìa dell'attrazione, non dovea reggerſi il liquore all'altezza da prima acquiſtata. Il punto ſta, che alcuni Valentuomini diligentiſſimi eſperimentatori, replicata più fiate l'oſſervazione, mi anno aſſicurato concordemente, che non è vera, e che il vetro nell'atto di romperſi ſi mette in tremito, e comunica al fluido un qualche appena notabile bilanciamento: ma che ridotte le coſe alla quiete, il liquido nel ſuo ſolito poſto mantienſi. Quindi ſe le conſeguenze naſcenti da un fenomeno falſo favoriſcono la teorica delle attrazioni; non ſaprei dire dove andaſſe a riuſcire la faccenda, qualora dal vero legittimamente ſi deduceſſero.

IV.

Agli eſperimenti erronei vengono dietro gl'imperfetti, e manchevoli. I primi introducendo ſiſtemi immaginari, e aſſurdi, ſconvolgono da capo a fondo la ſcienza della Natura: i ſecondi o inavvedutamente ne ſtraſtornano gli avanzamenti, o ſono una ſorgente perenne d'inavvertenze, e di equivocazioni. Anno eſſi luogo qualunque volta qualche circoſtanza ci ſugge dinanzi gli occhi, o pure non ci ſi pone attenzione, ovvero ſi giudica di poca importanza, e ſi traſcura ſiccome aliena dal ſoggetto, e non adattabile alle noſtre anteriori prevenzioni. Fa di meſtieri tener conto d'ogni picciola particolarità, e d'ogni minuto elemento, ſebbene appena ci colpiſce i ſenſi, e la fantaſia; concioſſiachè ſiamo ſoliti a fermarſi ſu quegli obbietti, che da prima ci ſi affacciano, e fanno ſulla noſtra mente una maggior impreſſione. In queſto mentre una ſingolarità apparentemente fievole o non paleſe, o negletta è ſovente di tal momento, che ſenza prenderla di mira, e ſenza coltivarla a dovere, non ci vien fatto di mettere in chiaro certe leggi fiſiche, le quali nel più profondo della Natura ſtanno ſepolte.

Il Cavalier Nevvton eſaminando alcune proprietà della forza elaſtica, s'avvide per via di accurate oſſervazioni, che non c'è corpo fiſico dotato d'una perfetta virtù di molla. Laſciato cadere da una data ſublimità ſopra un'incudine collocata in ſito orizzontale un globo ſolido di vetro, materia forſe la più riſentita di quante ſono a noi familiari, conobbe, che computata eziamdio la reſiſtenza dell'aria, la palla non giugneva mai a poggiare all'altezza, da cui era diſceſa; attalchè le linee verticali della caduta,

e dell'aſcendimento ſtavano in proporzione come 16 : 15 : ragione, che molto ſi diſcoſtava negli altri corpi, ed era per eſempio nell'acciajo come 9 : 5 proſſimamente. Egli è neceſſario, che parte della forza acquiſtata dalla sfera vitrea nel piombare abbaſſo ſi perda durante il riſalto, ed in qualche altro effetto s'impieghi: altrimenti non ſi ſalva il gran principio dell' uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti. Penſava dunque il lodato Geometra non eſſerci altro partito per eſplicare il fenomeno, ſe non ſe che dopo la percoſſa, ed il ribattimento reſtaſſe nel mobile un lieve veſtigio del colpo, cioè una piccola ammaccatura quaſi ſotto il martello, nel produrre la quale, ſecondo la varia indole de' corpi elaſtici, una maggiore o minor porzione della forza primitiva ſi conſumaſſe.

Concedo, che alle contuſioni, le quali dopo compiuta l'azione, e la reazione nelle palle perſiſtono, deggia in parte aſcriverſi il debilitamento della forza, e conſeguentemente la diminuzione della ſalita. E' ciò tanto vero, quanto che nelle maſſe molli mal atte a rifletterſi la forza intiera ſi ſpende nel coſtipamento delle parti, e nell'attrazione delle figure. Ma quì alla perſpicacia del noſtro Autore ſi è ſottratto un elemento, ch' entra neceſſariamente nel ſoggetto, e che non dovea traſandarſi. Noto dunque, che i globi di vetro, e d'acciajo, e qualunque altro di elaſticità fornito, ſeguita la colliſione, rendono un ſuono diſtinto più grave, o più acuto, giuſto la qualità della materia, e la grandezza dei corpi: il qual ſuono durerebbe eterno, ſe foſſero collocati nel vano, e non reſtaſſe attutato, ed eſtinto dalla reſiſtenza dell'aria. Ora non ſi genera il ſuono, ſe le fibre componenti i menzionati ſolidi non ſi mettono in tremito, e per ottenere, che conſeguiſcano un moto locale di palpitazione, e ſia vinta la loro inerzia, ci vuol forza: e queſta forza altronde non proviene, ſuorchè dall' azione della gravità, che accompagna il mobile per la linea del piombo, e ſi miſura dallo ſpazio verticalmente traſcorſo. Eſſa dunque in tre elementi ſi divide, e ſi ſepara. Una parte ſe ne conſuma nello ſpignere la maſſa all' insù, ed è proporzionale all'aſcendimento: la ſeconda ſi conſerva nell'elaſtro, e l'obbliga ad oſcillare: la terza, che in molti caſi non ha luogo, paſſa in forza morta, e dall'ammaccatura viene aſſorbita.

V.

Importa aſſai non volgerſi altrove, o non chiuder gli occhi ad un lume, che alle volte potrebbe eſſere quello, che ci riſchiara. Muovo una quiſtione, e dimando, ſe diaſi in Natura una perfettiſſima molla: le premeſſe particolarità ci ſanno comprendere, che l'interrogazione è equivoca; concioſſiachè in due differenti maniere ponno conſiderarſi gli elaſtri, cioè o in quanto nel rimetter nulla in ſe ſteſſi ritengono della forza comunicata, e tutta intieramente la reſtituiſcono: o in quanto ſpendendoſene una parte nel tremito, che in progreſſo paſſa nell'aria, non oſtante ciò ricuperano eſattamente la figura, e non reſta in eſſi ſegno alcuno di contuſione. Io non riconoſco corpi elaſtici del primo genere. Durante il ſuono, le particelle inteſtine ſono in agitazione, ed in un moto alternato di eſpanſione,

e di

e di riſtringimento; ſi mantiene dunque in eſſe una forza attiva, ſinattantochè allo ſtato naturale, ed alla quiete riduconſi. Ho imparato dal Signor Carrè, che due ſolidi ſimili della ſteſſa materia ſi riſpondono con ſuoni tali, che ſerbano la ragione de'lati omologhi: a cagion d'eſempio due palle di vetro concordano in ottava, quando i diametri ſono in doppia proporzione. Per la qual coſa una d'eſſe ſi può talmente impicciolire, che ritenga in ſe una forza menoma, ed inaſſegnabile, ogni qualvolta rende un ſuono infinitamente acuto, e ſi riduce ad una quantità infiniteſima. A queſto limite eſtremo, cui la diviſibilità dell'eſtenſione fiſica non giugne mai, come a ſuo luogo s'è veduto, ſi accoſta aſſaiſſimo la materia della luce, che nelle ſue replicate ripercuſſioni moſtra di non diſcapitare ſenſibilmente nell'uguaglianza fra gli angoli d'incidenza, e di rifleſſione.

Riſiede bensì in molti corpi una perfetta elaſticità della ſeconda ſpezie, i quali battuti, e ribattuti violentemente, non ſentono nelle lor figure alcun detrimento, e piuttoſto che ammaccarſi ſi logorano. Se nelle palle d'avorio, che ſervono al giuoco del trucco, ad ognuno degl'innumerabili colpi, con cui ſi urtano ſcambievolmente, reſtaſſe una qualche orma quantunque picciola di contuſione, in breve tempo, coll'aggiugnere ammaccatura ſopr'ammaccatura, ſi convertirebbero in tanti irregolari poliedri: lo che, durando eſſe intatte anni ed anni, all'eſperienza ripugna. Le campane di bronzo tormentate aſſiduamente dal battaglio di ferro, non oſtante che nei loro orli ſi veggano i ſolchi profondamente ſcavati, ſegno evidente, che il metallo ſi conſuma a forza d'iterar le percoſſe; tuttavia nella rotondità della figura, e nella elaſticità non ſoffrono alterazione. Un eſperimento più deciſivo è ſtato pubblicato dal Sig. Conte Giovanni Rizzetti nel primo Tomo de'Comentarj dell'Accademia di Bologna. Abbiaſi una lente conveſſo-conveſſa di giuſta grandezza, ed eſquiſitamente lavorata ad uſo di cannocchiale, che ci rappreſenti gli obbietti con diſtinzione. Si batta eſſa gagliardamente con un martello in molti ſiti d'amendue le ſuperfizie, e ſi replichino i colpi a piacimento, purchè non ſi ſcheggi, e non ſi ſpezzi. Ripoſtala poſcia a ſuo luogo, e preſo di mira il ſolito oggetto, ſi oſſerva, che l'immagine ricevuta dall'occhio in conto alcuno non ſi difforma. E da ciò ſi ricava, che le percoſſe non perturbano la figura lenticolare, che dal vetro terminate le oſcillazioni, compiutamente ſi ricupera.

Epilogando le coſe dette conchiudo, che dall'aver poſto attenzione all'elemento del tremito, per cui dopo la colliſione i corpi elaſtici ſi ſcuotono, ſingolarità dai Fiſici non avvertita, ſi viene in cognizione di parecchie verità ſconoſciute. Dai premeſſi principj potrei dedurre alquante curioſe conſeguenze, che più da preſſo alle proprietà delle molle appartengono. Intanto ſi vede chiaro, qualmente nella mutua azione de'corpi, che non ſiano affatto molli, ed inerti, ma alquanto riſentiti, i quali ſoli ſi danno in Natura, ſi diſtribuiſcano parte in vive, e parte in morte le forze operanti, e mi ſono noti alcuni fondamentali teoremi dinamici, che di buona voglia laſcio all'induſtria de'Leggitori. Di più ſi ſcorge in che conſiſta la maſſima perfezione, di cui ſono capaci gli elaſtri fiſici, la quale ſi riſtringe ſoltanto a conſervare illeſa la lor figura. Per altro il pretendere,

che della forza ad essi partecipata nulla in se ritengano, e di tutta coll'intieramente restituirla si spoglino, questa è una ipotesi matematita, che non ha luogo, se non se nelle masse infinitamente menome; attesochè nelle finite si varia conforme le circostanze, e dipende principalmente dalla qualità, e dalla quantità della materia, di cui i corpi sono composti.

VI.

Un'altra sorta di esperienze mi si parano innanzi, comecchè quasi inutili per non essere dotate del pregio della fecondità. Volgendosi da tutti i lati una cosa medesima sotto molte sembianze ci comparisce, ed a forza di moltiplicare l'osservazioni, ed accrescere in tal guisa il numero dei dati, pare che abbiamo quanto basta per soddisfare al fenomeno, che ci siamo proposti di esaminare: ma le apparenze sono così sterili, che non ci somministrano le illazioni atte, e necessarie ad isvelare l'economia delle leggi naturali. O dunque siamo sempre da capo, e s'incorre in manifeste petizioni di principio; o si allenta il freno alla fantasia, e si dà corso alle ipotesi arbitrarie; ovvero si accumulano fenomeni sopra fenomeni, e nello sviluppare ciascuno d'essi, sia principale, o sia secondario, si prova una pari difficoltà. La diligenza, e l'assiduità di sperimentare ampliano la storia della Natura; e quanto più materiale si raguna, tanto più prontamente l'edifizio s'innalza. Chi sa, che taluno di più fino ingegno guarnito, massime con l'aita di qualche novella osservazione, non faccia uso delle preconoscenze, che abbiamo alle mani presentemente, ma non sappiamo valercene. Da piccolissime cose nascono soventemente le sublimi, ed inaspettate scoperte; succedendo tal fiata, che dopo aver meditato lungo tempo, e senza profitto intorno un astruso soggetto, un lume improvviso, a guisa di lampo passaggiere, ci colpisca, e ci rischiari; per modo che le tenebre, che ci offuscavan la mente, in un attimo si dileguino. Mentre si cammina per istrade oscure, anco quelli baleni ci soccorrono, e fanno sì, che si muovano con sicurezza alquanti passi verso la verità: laonde basta dar un' occhiata alle maravigliose ritrovate de' Moderni, ed apparirà che sono bene spesso spuntate da minutissimi semi ben coltivati. In oltre io noto, che quelle medesime sperienze, che adesso si giudicano insufficienti per rintracciare le leggi regolatrici del segreto magisterio della Natura, se avverrà mai, che questo una volta o l'altra si palesi, ad esso si sottoporranno, e si ravviserà la lor immediata dipendenza dai canoni fondamentali. Potrei dispensarmi dal recar esempj confacenti alla mia intenzione; conciossiachè i fenomeni appoggiati alla certezza dei sensi, de' quali non si sanno le leggi, e che per tal motivo sono infecondi di conseguenze, cadono tutti sotto la presente ispezione. Per farne buon uso, fa d'uopo che sopravvenga una qualche nuova, ed opportuna notizia, ed intanto contentiamci della evidenza di fatto; perchè non è d'ogni stagione ogni verità.

Io non so, se ci sia prodotto naturale, che maggiormente abbia svegliata negli uomini l'ammirazione, e tirate a se le specolazioni dei Filosofi vecchi, e neoterici, quanto la calamita. Gli esperimenti quà e là sparsi

a mi-

a migliaja si leggono, ed i volumi, che parlano di tal materia, empierebbero una gran Biblioteca. Non c'è appena Fisico di riputazione, che non siasi messo in puntiglio di dare un saggio delle sue forze: quasichè nel dilucidare l'oscurissimo subbietto, consistesse tutta la scienza della Natura. Io non biasimo gli sforzi altrui: ma quando rifletto, dove sia andata a riuscir la faccenda, mi avveggio, che non sono sortite alla luce, salvo che ipotesi stravaganti, ed immaginarie, le quali alla maggior parte de' fenomeni magnetici mal corrispondono.

Reca stupore, che non solo agli Antichi, ma ai Moderni eziamdio, principiando dal Gilberto, e passando al Gassendo, al Cartesio, al Cabeo, al Leotaudo, al Fabro, al de Chales, con altri parecchi, i quali anno posto sul tavoliere gli atomi uncinati, le particole spirali, le qualità da due faccie, e simili sottigliezze, che da se stesse si spuntano; reca dissi stupore, che ad alcun di loro non sia caduto in pensiero d' investigare la legge, con cui la calamita tira a se il ferro, e di misurarne la forza per rapporto alle differenti distanze. Siamo debitori dell' inchiesta all' Inglese Taylor, ed agli Olandesi s. Gravesande, e Muschembroek, che ne anno con accuratezza istituiti gli esperimenti. Ogni magnete, atteса l' imperfezione della materia, di cui è composto, di pari virtù attrattrice non è corredato. Se ne trovano dei più deboli, e de' più robusti, e perciò mal si accordano le osservazioni; di modo che l'assumere l'una piuttosto che l'altra, siccome base de' nostri divisamenti, con assai maggiore probabilità il vero si perde di vista, ed il falso incautamente si adotta.

Questi esperimenti ambigui sono d'un grande inciampo nelle fisiche ricerche, ed alle volte senza nostra colpa ci guidano inevitabilmente all' errore. E' propizia l'occasione, che mi si porge, per avvertirne gli studiosi della scienza naturale, onde non si lascino sorprendere. Secondo me l'unico riparo al disordine consiste nell'attenersi alle sperienze di limite. Quando le calamite sono d'ottima qualità, e colle artifiziose armature di ferro il lor vigore si accresce, esercitano forze tali, che si accostano prossimamente alla ragione reciproca quadruplicata delle distanze. I conati acceleranti diretti al polo stanno qualche poco indietro, ma non arrivano mai a superare l'assegnata proporzione. Conviene dunque abbracciarla siccome legge fondamentale; conciossiachè facilmente interviene, che la virtù magnetica s'infievolisca, a cagione spezialmente delle materie eterogenee, che colle calamite si mescono; ma non si può escogitare elemento, che l'avvalori, e polso, e lena le aggiunga oltre la sua naturale costituzione.

Molti anni fa io mi sono accorto di questo canone, e ne ho dato un tocco ne' Giornali d'Italia, mentre ad altre speculazioni era inteso. Sin d'allora non m'erano ignoti i dati, ed i mezzi per dimostrarlo, e le conseguenze impensate, che se ne deducono. Questo punto di veduta ci scopre una parte starei per dire inassegnabile dell' imbrogliatissimo subbietto, nè ci dà il modo di spiegare altre moltissime proprietà della calamita assai più perplesse, e recondite. Donde proviene, ch'essa si volga ai Poli terrestri, e che rimossa dalla sua direzione torni da se stessa a rimettersi: donde, che non solo in differenti paesi, ma nel medesimo sito declini ora verso

ſo Oriente, ed ora verſo Occidente, e che ſenza mai ridurſi alla quiete, ſi mantenga in una perenne titubazione da determinati limiti circoſcritta? Chi mi aſſegna le cauſe, e le leggi di cotali menomi, ed ineguali movimenti. Gli ſforzi del dottiſſimo Hallei, comecchè ingegnoſi, e degni di un Fiſico ſuo pari, vanno tuttavia a terminare in ipoteſi nè dimoſtrate, nè dimoſtrabili. Inferiſco per tanto, che gli eſperimenti, i quali ſi ſono fatti fin ora intorno il magnete, anno apportato pochiſſimo profitto alla Fiſica teorica, e vanno riposti tra i fenomeni, di cui non ſi ſa per anco render ragione. Di ciò, che in progreſso accaderà, io non mi coſtituiſco mallevadore.

VII.

Mi ſono ſoſpetti gli eſperimenti, in cui ſi ſa entrare l'analogia. Si aſſuma a conſiderare un fenomeno, al quale atteſe le circoſtanze, non ci ſia permeſso di applicare le immediate oſſervazioni, nè ci ſia opportunità di contemplarlo da vicino. Si piglia il partito di cercare un'altro fenomeno riputato ſimiliſſimo a quello, che abbiamo in viſta. Sul ſuccedaneo s'iſtituiſcono l'eſperienze, e ſi ſtabiliſcono le regole della Natura, le quali poi al principale coraggioſamente s'adattano. Io mi rapporto al giudizio altrui, ſe ſia legittima queſta maniera di filoſofare. M'è noto, che la Natura nell'oſſervar le ſue leggi fondamentali ſi moſtra coſtante, ed immutabile, ma ſo nell'iſteſso tempo, che varia nelle ſecondarie. Per la qual coſa una ſola circoſtanza, che ſi muti, un ſolo elemento, che ſi tolga, o ſi aggiunga, perturba da capo a fondo l'analogiſmo, e ci ſa andar di traverſo.

An fatto un grande romore tra' Fiſici i vortici del Carteſio, inventati anticamente da Leucippo, per dare una qualche meccanica idea delle celeſti rivoluzioni. Rinnovata dall'Autore Franceſe grand'architetto d'ipoteſi la dimenticata opinione, ha fatto giuocare la materia ſottile a ſuo ſenno, adattandola a moltiſſime apparenze, e ſpezialmente all'oſcuro fenomeno della gravità. Da prima ſi è combattuto colle ragioni, e trovò egli in Criſtiano Ughenio un gagliardo oppoſitore. Si diſputò, ſe la forza centrifuga, aſſai più attiva nell'etere, che ne' corpi noſtrali, doveſſe ſpignerli o verſo il centro del paralello, in cui diſcendono, o verſo quello dell'equatore, come in fatto ſuccede. Per la prima ſentenza s'era dichiarato l'Ughenio, e perciò fu aſtretto a riformare la poſizione, fingendo per ſalvare i fenomeni, che il fluido etereo circoli in tutti i ſenſi, e per tutte le direzioni. Il Saurin ſi preſe il carico di riſpondere alle obbiezioni, e di riſtorare l'ipoteſi Carteſiana, ma a nuove contraddizioni ſi eſpoſe. Altri anno battuto altre ſtrade nel difenderla, o nell'impugnarla, ed ebbe corſo per breve tempo il trattato del Signor Villemot ad eſsa favorevole, ed all'incontro le recò un colpo mortale il Cavalier Newton nello ſcolio anneſſo alla propoſizione 53. del ſecondo libro de'ſuoi Principj. Ultimamente per darle colore, ſe non ſe di verità, almeno di veriſimilitudine, è uſcita fuori un'ingegnoſiſſima diſſertazione del Sig. Giovanni Bernoulli, in cui ha det-

to

to quanto ragionevolmente può dirſi: ſebbene eſsendoſi addoſſato l'aſſunto di ſecondare le Gallicane prevenzioni, dubito, ch'egli medeſimo ne ſoſſe interamente perſuaſo.

Dopo tanti contraſti pareva, che l'eſperienze doveſſero decidere la controverſia. Si ſono fatte, e ripetute, e ſi è poſta ogni induſtria, perchè ai movimenti in giro dei Pianeti eſattamente corriſpondeſſero. Taluno ſtrabilierà nel vedere, che giuſto l'adagio antico ſi racchiuda dentro una noce l'Illiade. Riſtrigneva l'Ughenio tutta l'ampiezza de' Cieli in un cilindro di vetro ripieno d'acqua, e girante velocemente intorno il ſuo aſſe, in cui nuotavano alquante bricide di ceralacca. Con maggior avvedutezza ai cilindri ſi ſono ſurrogate le sfere, ed io non conoſco Scrittore, che più diligentemente di Giorgio Bernardo Bulffingero nel primo Tomo della Imperiale Accademia Petropolitana, ed altrove abbia maneggiati gli eſperimenti di tal genere. Ha notato in quali preciſe circoſtanze le particole ſolide traſportate dal ruotamento del fluido ſi ragunino a formare un nocciolo sferico concentrico al globo di vetro, e dopo eſſerſi luſingato d'avere ſparſi nuovi lumi ſulla materia, confeſsa che molto reſta ancora a deſiderarſi. In sì fatti tentativi appena io ci ſcorgo un'ombra d'analogia, o almanco la ſimilitudine è tanto lontana, ed il meccaniſmo così diverſo, che nulla ſi può conchiudere di accertato. L'acqua circolante è cinta da una croſta dura di vetro, e perciò gli atomi del fluido inceſſantemente ſi riflettono, e ſi perturbano, nè poſſono con regolarità in giro diffonderſi. Le particelle acquee tendono al centro del vortice artifiziale, e nello ſteſſo tempo verſo quel della terra ſono cacciate dalla lor gravità. Non è comparabile la ſottigliezza dell'etere colla corpulenza dell'acque, nè ſtanno a confronto le forze elaſtiche de' ſuddetti fluidi. Finalmente afferma il Bulffingero, che per procurare il nucleo sferico, anno a diſporſi le coſe in maniera, che le forze ſollecitanti ſieno proporzionali alle diſtanze dal comun centro: laddove nelle celeſti rivoluzioni ſtanno in ragione reciproca duplicata delle diſtanze medeſime. Baſti l'addotto eſempio, che in Fiſica non è ſolo, ed altri parecchi ſe ne potrebbono aggiugnere, per ammonire coloro, che della ſcienza naturale ſi moſtran vaghi, con quanta circoſpezione vada fatto uſo di quella ſorta di eſperimenti, che ſi fondano ſulle analogie.

VIII.

Rimane, che ſi ragioni d'un genere di ſperienze ingannevoli, non già perchè ſiano o falſe, o equivoche, ma perchè meſcono inſieme fenomeni differenti, della convenienza, o della diſcrepanza de' quali non abbiamo piena contezza. Per la qual coſa apparentemente una oſſervazione all'altra ripugna, un fatto all'altro ſi oppone, e naſcono dubbietà di difficiliſſimo ſcioglimento, che c'ingombrano l'intelletto, e ci tengono ſempre mai, o per lungo tempo perpleſſi. Lo ſvilupparſi da tali imbrogli ci coſta ſtudio, e fatica; ma qualche volta ſarà per lo migliore il non curarſene, non dovendo noi diffidare dell'evidenza per laſciarci ſedurre dall'incertezza.

Egli

Egli è impoſſibile, che tra due verità ci ſia vera contraddizione, e ſe a prima viſta ci ſembra, che una diſtrugga l'altra; ſappiaſi, che ſiamo deluſi dalle circoſtanze, o non avvertite, o mal conoſciute.

Ci troviamo in poſſeſſo d'alcune propoſizioni invincibilmente dimoſtrate, ovvero d'alquanti fenomeni felicemente dilucidati, e la noſtra mente è paga de' ſuoi diviſamenti; perche ſono incontraſtabili i principj, e legittime le concluſioni. All'improvviſta eſce fuori una novella eſperienza, che ci fa oſtacolo, dalla quale pare, che s'inferiſca tutto il contrario di ciò, che s'era ſtabilito. Dobbiamo dunque o cedere, o titubare? no certamente. Conviene ſottoporla ad un'accuratiſſimo eſame, e ſpecialmente indagare, ſe di naſcoſto in eſſa s'inſinui una qualche particolarità eſtranea al principale ſoggetto, da cui per avventura proceda la diluſione. Le oſſervazioni di tal ſorta miſte di elementi, parte propri della materia, e parte foraſtieri, ci ſervono bensì d'inciampo, ma non ſono valevoli ad ottenebrare la verità, e non gittano la polvere negli occhi, ſe non ſe di coloro, che per comparire ſpiriti forti, ſi prendono il piacere di dubitar d'ogni coſa, o di quegli altri, che ſono per anco novizj nel meſtiere di filoſofare. Non occorre laſciarſi raggirare, e baſta delle menzionate ſtraniere circoſtanze, che i meno periti tal fiata dal vero diſtornano, avere una confuſa, e ſuperfiziale notizia. Chi s'invoglia di ſepararle, e di conciliare l'apparenti contrarietà, volge la mira ad obbietti totalmente diſparati, e piglia la briga di deciferare nuovi fenomeni.

IX.

Ciò talora proſperamente ſuccede, ma non per lo più quando la biſogna il richiede. Fa d'uopo, che col tempo, e bene ſpeſſo coll'intervallo di qualche ſecolo, altre cognizioni ſi acquiſtino, altre ſcienze ſi perfezionino per ottenere, che ſi ſciolgano le difficoltà credute inſolubili, e le fallaci illuſioni ſvaniſcano. Eccone un'illuſtre eſemplo. Copernico traſſe dall'obblivione il Siſtema Pitagorico intorno le rivoluzioni de' Pianeti. Parve fin d'allora l'ipoteſi così ſemplice, e così conſacente a ſpiegare le celeſti apparenze, che i più profondi Aſtronomi alla Tolomaica comunemente abbracciata di lunga mano la preferirono. E nel ſuo rinovellamento ſi ſarebbe propagata a gran paſſi, ſe non che fu combattuta da un argomento, a cui in quella ſtagione non ſi ſapeva dare adeguata riſpoſta. L'orbita della Terra abbraccia quella di Venere, ed ambo anno il Sole per centro. Non può dunque dal noſtro globo vederſi Venere, ſe non ſe o di là dal Sole, o tra il Sole e noi, e la differenza tra la maſſima, e minima diſtanza ſi eguaglia proſſimamente al diametro del cerchio, per cui Venere cammina, fornito di picciola eccentricità. Per la qual coſa il corpo del Pianeta nelle diverſe poſizioni dovrebbe moſtrarſi ſotto varie grandezze, ed i diametri apparenti avrebbono a ſeguitare la proporzione delle lontananze. E pure ad occhio nudo non ſi oſſerva ſenſibil divario. Appreſſo per qual ragione non imita Venere le faſi della Luna, e ci ſi preſenta rotonda anco in que' ſiti, ne' quali dee comparire falcata? Per gli addotti motivi riputati inſolubili

bili la maggior parte de' Fisici non aderiva ad un sistema, che nelle sue conseguenze repugnava alle osservazioni.

Chi si fosse avvisato in que' tempi di dire, che nasceva l' inganno da qualche ignota circostanza, e che tale appariva Venere, quale in fatto non era, si sarebbe apposto al vero, ma non sarebbe stato ascoltato. Durò l'equivoco quasi due secoli, sinattantochè il Galileo, indiritto verso il Pianeta un telescopio di novella invenzione, vide con suo stupore le fasi simili alle Lunari, ed i diametri apparenti accresciuti, e diminuiti a misura dei discostamenti; per guisa che tutto cospirava a favorire l'ipotesi Copernicana. Quinci si è cominciato ad investigar la cagione, onde traevano l'origine i fenomeni, che ci tenevan perplessi, e si è conosciuto, che per soddisfare alle obbiezioni, s' aveva a rifuggire ai principj non già dell' Astronomia, ma a quelli della Diottrica. In fatti gli oggetti, che da lontano si mirano, e molto più i lucidi, ed i vivamente illuminati, come Venere per la vicinanza del Sole, appariscono confusi nella figura, e nella grandezza, ed i diametri visuali non degradano in ragione degli allontanamenti. Oltrechè le immagini, che si dipingono nel fondo dell' occhio, sono cinte da una corona di raggi aberranti, ed irregolarmente refratti, i quali per essere vigorosi, si rendon sensibili. Quindi per vedere con distinzione si fa uso de' gran cannocchiali, atti ad accostare quanto basta l' obbietto, e a radere l' avventizia capellatura.

In questo mentre non importa guari l' avere una precisa certezza di quegli estranei elementi, che s' insinuano nelle sperienze, e non importa togliere di mezzo le immaginate contraddizioni. Se ciò può farsi, come nel precedente esempio si è fatto, si metterà in quiete la mente, e nuove cognizioni si acquisteranno. Ma non istà sempre in nostra balìa lo sciogliere qualunque nodo, e spesso riesce vano ogni tentativo. Per la qual cosa si trasandino gli esperimenti troppo ricercati, ne' quali si mescolano circostanze straniere, ed incognite; bastando il sapere, che ci sono, e che al nostro soggetto non appartengono. Nel presente capitolo al num. terzo ho fatta menzione de' tubi capillari immersi ne' fluidi, ed ho notato, che i liquori noti s' alzano sopra il livello, eccettuato il Mercurio, che si deprime. Non si creda, che l' esperimento sconcerti i canoni dell' equilibrio, nè che si opponga alle dimostrazioni idrostatiche. Ciò, che si è provato evidentemente, tuttavia sussiste, e non ammette eccettuazione. Dee dunque dirsi, che si formi un' equiponderanza d' un altro genere modificata da particolarità tali, che senza punto alterare le leggi principali della Natura, ne diversificano gli effetti dipendenti dalle secondarie. A buon conto se altro non ci fosse, non si debbe trascurare l' angustia del cannello, la quale quantunque non sia la vera causa del fenomeno, serve però d' occasione ad alcune potenze fisiche ignote di esercitare le loro azioni. Sin ora i Filosofi, che anno maneggiata la materia per tutti i versi, ci pascono di fievoli conghietture, delle quali lungo sarebbe l' ordire la Storia, ed io ne potrei produrre una, che colle altre camminerebbe del pari, se il mio istituto altrove non mi chiamasse.

CAPITOLO QUINTO

Del buon uso degli esperimenti.

I.

HO raccolto sotto alquanti capi generali le sperienze, sulle quali bisogna star in guardia. Ce ne saranno dell'altre spezie di uguale importanza, ed egualmente imperfette; ma ragionando io delle cautele di ben usare le sincere, verranno in parte a farsi palesi. Ed in primo luogo conviene, che l'esperienza sia bene premeditata, e fatta a disegno o di assicurarci della verità di qualche conghiettura, ch'abbiamo in mente, o di convincerla di falsità, e dirriggere altrove i nostri divsamenti: perciocchè le sperienze fatte alla cieca, e senza mirare ad uno scopo, sebbene per buona sorte possano alcuna volta illuminarci; pure per lo più sono sterili, ed inseconde, e di pochissima utilità. In secondo luogo abbiasi a memoria la massima di Tolomeo, che il senso ci dà il propinquo, e la ragione l'esatto: nè altrimenti dee succedere; mercè che i sensi non sono tanto vigorosi, che possano tener dietro appuntino ai lavori impercettibili della Natura. Nel tempo medesimo stiamo avvertiti, che il prossimo da presso si accosti all'esatto; per modo che sia picciolo il divario, e tale, che non c'induca in errore, ed in vece delle vere leggi naturali ci metta anzi gli occhi della mente le false, e le ripugnanti. Nel fare dunque gli esperimenti si adoperi sagacità, ed attenzione, e nell'osservarsi una scrupolosissima diligenza; imperocchè gli osservatori o trascurati, o impazienti frequentemente travedono. Quì vengono in taglio alcuni canoni, che agevoleranno il mestieri difficilissimo di sperimentare.

Gia si è notata di passaggio la differenza, che c'è tra le semplici osservazioni, e gli esperimenti studiati. Aggiungo presentemente, che questi richiedono industriose preparazioni, ed un grand'apparato di macchine travagliate da eccellenti Maestri. Ce ne sono di più semplici, e di più composte, ma tutte debbono costruirsi con somma esattezza. Diasi un'occhiata a quelle, che servono all'Astronomia, scienza rimasta imperfetta parecchi secoli a cagione de' rozzi stromenti adoperati dagli Antichi nel contemplare le celesti apparenze. Per quello appartien alla Fisica, piglinsi in mano le grand'opere de' Signori s'Gravesande, e Muschembroek, i quali di molti ordigni a tal uso destinati ci anno data una compiuta descrizinne, e capiremo quanta solerità si ricerchi per iscansare gli equivoci. In fatti la Natura vuol essere interrogata, e chi brama di obbligarla qualche fiata a rispondere, debbe penetrare nell'interno de' suoi artifizi: lo che non ottiene, senza preparare opportunamente i subbietti, di cui a discorrer si accinge, e farne per così esprimermi l'anotomia. Le superficiali ispezioni recano pochissimo profitto, e per ben possedere un fenomeno, e renderselo familiare, convien valersi degli apprestamenti necessarj; onde l'esperienze si rendan sensibili, e pa-

paleſi. Ce ne ſono di talmente ottuſe, e manchevoli, che appena ci danno indizio di ciò, che andiamo cercando; per guiſa che alle volte ſi cammina a taſtone colle pupille bendate.

II.

Il primo canone, ch'io propongo, piglia di mira la materia, baſe delle oſſervazioni. Queſta va ſcelta con avvedimento, e circoſpezione. Tra le molte, che ci ſi offeriſcono, dee preferirſi la più idonea, che ſia purgata, omogenea, e per quanto è poſſibile libera dagli elementi eſtrinſeci, che mal ſi adattano all'intenzione, e ſovente ogni tentativo perturbano. Sopra tutto fa d'uopo eleggere, quella ſorta di materia, che in grado eminente, o almanco più di qualunque altra analogia, ſia fornita delle particolari proprietà, che cadono ſotto la noſtra iſpezione. Coll'operare diverſamente, ad ogni paſſo s'incontrano ambiguità, e ci ſfuggono dinanzi gli occhi le più minute importantiſſime circoſtanze.

Negli anni miei giovanili mi capitarono alle mani parecchie eſperienze del Signor Carrè membro della Regia Accademia delle ſcienze ſtabilita in Parigi. Profeſſava egli di determinare col fatto in qual proporzione ſi riſpondeſſero ſcambievolmente i ſuoni de' corpi duri della ſteſſa materia, e di differente figura. Miſe a confronto i cilindri d'ogni ſorta, e s'inoltrò ad eſaminare i parallelepipedi diverſi in tutte e tre le dimenſioni. Il riſultato ſi legge nelle Memorie della ſuddetta Accademia. Parvemi ſin d'allora, che ridotta la coſa alla teorica, ed applicate ai fenomeni le dimoſtrazioni meccaniche, ſi ſarebbe portata un paſſo avanti l'Acuſtica. Tentai dunque l'impreſa, e toſto m'avvidi ch'io gittava il tempo inutilmente; perchè in certi caſi un'eſperienza con l'altra non ſi accordava, e nelle conſeguenze ſi moſtrava paleſe la ripugnanza.

Levai la mano dalla tavola, e riandando la faccenda conobbi, che l'inconveniente altronde non potea naſcere, ſalvo che dal difetto degli eſperimenti. E vaglia il vero l'Autore Franceſe ſi è ſervito di varie ſpezie di legni, materia affatto inetta per doppio titolo; e perchè il legno nelle ſue vene, e nelle ſue fibre diſugualmente intralciato, non è da per tutto guarnito della ſteſſa denſità, nè di pari virtù elaſtica; come altresì perchè è dotato d'una muta ſonorità, che non ci laſcia diſcernere eſquiſitamente i tuoni alquanti più gravi, ed acuti, nè i loro vicini rapporti armonici. Poſta per tanto da parte la materia del legno poco confacente all'intento, l'elezione dee cadere ſu quelle, che ci danno ſuoni ſpiritoſi, e vivaci, i quali colpiſcono gagliardamente l'udito. Quindi ſi è fatto uſo de' cilindri, e de' parallelepipedi d'acciajo, e delle piaſtrelle circolari di vetro. Io non iſtarò a rapportare le verità non più inteſe, che il Con. Giordano mio figlio ha ricavate con orecchio attento dalle ſperienze puntualmente eſeguite. Laſcio a lui il penſiero di pubblicarle unite alle dimoſtrazioni nel Trattato, ſu cui ſta lavorando, intorno la Muſica teorica, e pratica.

III.

Quanto importi il valersi di materia atta nel prendere gli esperimenti, apparirà dal secondo esempio. Quando venne fatto al Galileo di scoprire le vere leggi delle cadute de' gravi, furfero da varie parti, e specialmente in Francia gli oppositori, fra quali basti l'annoverare il Cartesio. Avea l'Italiano statuito, che gli spazj scorsi dai pesi discendenti, cominciando dal punto di quiete, fossero proporzionali ai quadrati delle velocità acquistate, ed i tempi impiegati, come le stesse velocità. Sostenevano all'incontro gli Avversarj, che le celerità seguitassero la ragion semplice degli spazj passati. Ed avvegnachè le dimostrazioni stentano a penetrare nelle menti preoccupate, come pur troppo succede, trovandosi sempre da gavillare; fu impugnato il Galileo con una copia di sperienze mal immaginate, e peggio eseguite, le quali ridotte a dovere conchiudevano a suo favore. Io non le ripeto, perchè si trovano riferite, ed esaminate dal Gesuita Riccioli. A miei dì si sono per altro motivo rinnovati gli stessi stessissimi esperimenti con l'occasione, che il Leibnizio promulgò, e forte difese a fronte de' suoi Avversarj il suo nuovo Teorema dinamico. Si misurano le forze dei colpi, per accertarsi ocularmente, se due masse date fornite di velocità conosciute producano gli effetti analoghi ai loro prodotti, o pure in proporzione composta, semplice delle masse, e duplicata delle velocità.

Opportunamente si è fatto uso delle palle di metallo, che si lasciavano cadere da varie altezze; ma si sono presi degli sbagli nello scegliere le materie, che in se ricevono le impressioni; conciossiachè debbe adempiersi un requisito indispensabile, che l'energia della percossa tutta si consumi in un solo effetto, ed in molti non si disperga. Per la qual cosa non si tenga conto dell'esperimento della bilancia, per cui in una coppa d'essa si fa piombare una massa grave da differenti sublimità, e nell'altra si colloca un peso, il quale s'accresce, e si diminuisce secondo la bisogna, di modo che appena si sollevi. In tal guisa procurata una specie d'equilibrio, si esplora la diversa efficacia dei colpi. Ma l'azione del globo cadente non s' impiega nell'unico effetto di alzare il peso, perchè si divide in molti elementi. Ommesse alcune più minute circostanze, se ne spende una porzione nel comunicar il tremito al giogo della bilancia, e nello stendere le funicelle, ed un'altra nell'ammaccatura della scodella, o nel ribattimento, giusta che i corpi duri, che scambievolmente si percuotono, di maggiore, o minore virtù di molla sono forniti.

IV.

Assai meglio si sono avvisati gli Esperimentatori, i quali prese due sfere metalliche per esempio di ottone, una piena, e l'altra vuota di pari volume, e di differente gravità, le facean discendere, ed urtare in una materia cedente distesa in un piano orizzontale, e dalle fosse scavate misuravano il vigore delle forze agenti. Guardiamci tuttavia dall' assumere certe

mas-

masse composte di minime particelle staccate, come la farina, la polvere, l'arena, di cui si sono valsi coloro, che an procurato di adattare gli esperimenti alle loro preoccupazioni; concioffiachè gli atomi disgiunti nell'atto della collisione in parte si sollevano, e quà e là per l'aere si spandono, assorbendo in tal guisa una porzione della forza viva, che risiedeva nel globo, la quale conseguentemente non si spende, nel profondare la buca. Elegganfi dunque materie tegnenti, e vischiose, come il sevo rappreso adoprato dal Signor Marchese Poleni, il mele, ed il burro alquanto coagulati, ed altre di simil pasta. Così siamo sicuri, che non si dissipa la forza del colpo, e che tutta quanta ella è nel cavare la fossa si esercita. Ma ciò non basta: fa di mestieri, che le buche siano cupe egualmente; onde siamo certi della uguaglianza degli effetti, da cui quella delle cagioni evidentemente si deduce: Ogni qual volta si anno cavità ineguali, egli è malagevole determinare la proporzione fra le resistenze. All'incontro ci sono note le masse delle sfere, e le sublimità, da cui discendono; dunque se sono pari le fosse, pari altresì saranno le forze, da cui vengono scavate. Ora l'esperienza c'insegna, che ciò appunto succede, quando s'eguagliano i prodotti delle masse nelle respettive altezze, o nella metà de'quadrati delle finali velocità: alla qual legge di Natura ben intesa, e non turbata in conto alcuno dai tempi delle azioni, o delle reazioni, s'appoggia la sentenza Leibniziana.

V.

Oltre la scelta della materia appropiata, la esquisitezza degli stromenti, e l'attenzione nello sperimentare, deesi avere uno scrupoloso riguardo alle circostanze, e sia questo il secondo canone. Esse tal volta mostransi favorevoli, e tal volta contrarie; per modo che o l'apparenza aspettata non comparisce, o almanco notabilmente si diversifica. Nell'uno, e nell'altro caso con facilità in qualch'errore s'inciampa. Una sperienza assai delicata sovente non riesce, nè per ciò dobbiamo riputarla falsa, nè creder bugiardi quegli Autori, che ce la propongono siccome fatta, ed ottimamente riuscita. L'inganno suole per lo più nascere dalla negligenza degli osservatori, che trascurano di notare appuntino tutte le particolarità, che al buon esito contribuiscono. Per la qual cosa chi si piglia la briga di ripeterla, resterà bene spesso deluso, se non coglie le necessarie opportunità, ch'essendo troppo recondite, e non avvertite, lo supplirle a luogo e tempo è colpo di mera fortuna. Non è per tanto maraviglia, che della verità d'alcuni fenomeni gagliardamente si disputi. Chi li vede, chi non li vede, e taluno li mira in una maniera, e l'altro in un'altra, a cagione della negletta varietà di certe quasi impercettibili circostanze. Quinci avviene, che tal fiata ad un sistema ben fondato alquante fallaci apparenze si oppongano, le quali tengono in sospeso i Fisici, e gli distornano dall'abbracciarlo.

VI.

VI.

Il ſoggetto è di ſommo rilievo, e cogli eſempj vuole illuſtrarſi. Il Cavalier Nevvton ha promulgati nella ſua Ottica moltiſſimi eſperimenti intorno i colori, e ſpezialmente i priſmatici generati dalla diſrazione del lume. Alcuni d'eſſi, quantunque fatti, e rifatti in Inghilterra con buon ſucceſſo, furono richiamati in dubbio, ed eſpreſſamente negati dal Mariotte in Francia, dal Dictero in Allemagna, e dal Conte Rizzetti in Italia. Lungo ſarebbe il prenderli tutti per mano, e ſopra un ſolo mi fermerò. Entri in una camera oſcura per un picciolo foro un raggio di ſole, che ricevuto da un trigono vitreo, per via di doppia riſrazione s'innalzi, ſi diſperga, e ſi tinga dei noti colori, e compariſcano in ſerie il roſſo, il giallo, il verde, l'azzurro, e il violetto. Poſcia ſcelto un raggio roſſo, o giallo, interchiuſa a qualunque altro la ſtrada, ſi faccia paſſare per un ſecondo priſma; profeſſano i Nevvtoniani, che eſſendoſi una volta ſeparato il colore dagli altri, coi quali nella luce bianca era miſto, e confuſo, perſeveri ſempre lo ſteſſo, nè a nuovo diſſipamento, o a qualſiſia alterazione ſoggiaccia. All'incontro il Rizzetti dopo il Mariotte l'anno ſempre veduto accompagnato da una minima fimbria di tinta diverſa. Gl'Ingleſi non negano il fatto, ma rimproverano alle altre nazioni, che i vetri torbidi, ed impuri, di cui ſi ſervono, ſono totalmente inetti per intraprendere tali ſottili ſperienze: quaſi che l'unico mezzo d'apparare la ſcienza de'colori, conſiſta nel provvederſi di criſtalli fuſi nella gran Bretagna, dotati d'una perfetta limpidezza. Il punto della quiſtione ſi raggira nell'inveſtigare, ſe ſia più probabile, che dai vetri alquanto foſchi naſcano que'colori languidi, che dopo la quarta refrazione nella picciola faſcia ſecondaria appariſcono: o pure ſe queſte tinte oltremodo fievoli ſi tolgano alla viſta, e reſtino cancellati dal lume più forte traſmeſſo dai priſmi puriſſimi d'Inghilterra. Io non m'arrogo di decidere la lite. So bene, che i colori priſmatici ad ogni tenue barlume di luce altronde introdotta in un baleno ſpariſcono: e ſo di più, che affumati leggermente i criſtalli troppo fulgidi, e diafani, e così minorata la copia, e l'azione dei raggi ſolari, le menzionate fimbrie fanno la loro comparſa.

VII.

Agli Aſtronomi è noto, quanto una luce foreſtiera perturbi le celeſti oſſervazioni. La vicinanza del Sole, la Luna propinqua, ed illuminata, un qualche languido veſtigio di crepuſcolo le rende confuſe ed incerte. Eglino ammaeſtrati dalla lunga pratica ſanno cogliere le occaſioni propizie, e ſi guardano dalle diſfavorevoli. Prima di acquiſtare le neceſſarie cognizioni, quanti abbagli ſi ſono preſi? La poca eſattezza degli Antichi dipendeva in parte dall'ignorare le refrazioni, ed i moderni, ſebbene oculatiſſimi nell'operare, non ſono per anco giunti a prevenire tutte le difficoltà, che per iſtrada s'incontrano. Sono tante, e tali le circoſtanze non avvertite, le quali nelle oſſervazioni clandeſtinamente s'inſinuano, che appena ſi può ſperare

di

di giugnere all'ultima precisione. Ciò non ostante ogni dì si muove qualche passo. L'inglese Bradlei, per mettere in chiaro la paralassi dell'orbe annuo, ha dovuto computar due elementi, cioè la velocità della luce, che trascorre in tempo non mica istantaneo, ma finito uno spazio dato conforme il calcolo del Romero, ed il viaggio dell'occhio per l'orbita della terra, che investito dai raggi delle stelle fisse obbliquamente in se li riceve. Il Sig. Eustachio Manfredi esaminata per tutt'i versi l'ipotesi trovò, che rispondeva puntualmente alle osservazioni.

In questo mentre mi sovviene d'un curioso fenomeno, di cui non so render ragione, attese le circostanze recondite, che l'accompagnano. Voltino due Astronomi verso Giove due telescopj di differente lunghezza, per accertare il momento della immersione d'un Satellite. Un tubo ce la fa vedere più presto, e l'altro più tardi con sensibile divario di tempo. Si conciliano le osservazioni, prendendone una di mezzo infra due, ed in tal guisa per via d'adequazione vengono le longitudini de'paesi prossimamente a determinarsi. Io non credo, che ci possa essere notabile discrepanza, bramerei però, che gli studiosi della Diottrica s'applicassero di proposito allo scioglimento del Problema, viene a dire da qual causa derivino respettivamente ai tempi le diverse apparenze, se ci sia qualche irregolarità nelle refrazioni de' raggi, che passano per varie lenti, ed in somma se le cose a regole ferme, ed a computi esatti ridurre si possano. Giovarebbe a mio parere confrontare cogli ordinarj cannocchiali i tubi catadiottrici del Cavalier Nevvton, i quali non sono forse soggetti a discernevoli anomalie; perchè senza aumentare gran fatto le immagini, correggono soltanto l'abberrazione dell'occhio, ed accostando gli obbietti lontani, ce li presentano colla debita distinzione.

VIII.

Agli esempj ottici ne aggiungo un'altro tolto dall'Acustica. E' nota per fino alla plebe la famosa esperienza, che battuta una corda sonora ne fa tremare un altra accordata all'unisono, e questa volgar simpatia usata frequentemente nelle similitudini degli Oratori, e da' Poeti serve di condimento ai popolari ragionamenti. Si è accorto il Galileo, che l'effetto succede, quando toccate o separatamente, o nel tempo stesso due corde si rispondono in qualche consonanza, e doveva aggiugnerci anco in qualche dissonanza, almeno delle più semplici. Non si arriva a tal precisione, se le osservazioni non sono esquisite, se una non dà mano all'altra, e se non si stabiliscono bene i principj. Il Filosofo Linceo non ha veduto tuttociò, che potea vedersi nella presente materia, ed è stato tratto in errore da alcune particolarità trascurate. S'era egli dato a credere, che i tremori comunicati mettessero in moto le corde intere: ma ciò non avviene, se non se nella ipotesi, che la corda paziente sia unisona ad una parte aliquota della corda agente. Negli altri casi il meccanismo immaginato dal nostro Autore non regge ai colpi della ragione, e dell'esperienza. Due funicelle musiche in tutto pari, fuori che nella lunghezza, oscillano in maniera, che i numeri delle loro respettive vibrazioni stanno in proporzione reciproca dei tempi, ed i tempi

in

in ragione diretta delle lunghezze. Per la qual cosa nell'atto di reciprocare, vanno, e vengono con direzioni ora cospiranti, ed ora contrarie: finattantochè ambo camminano verso la medesima parte, l'una incalza l'altra, ed avvalora il suo moto: ma quando la più corta compiuta una vibrazione torna indietro, e la più lunga seguita a stendersi giusta la primiera direzione; allora scambievolmente si contrastano, e le impressioni favorevoli vengono dalle opposte ammorzate, o almanco notabilmente diminuite. Quinci egli è impossibile, che la corda maggiore nel vibrarsi partecipi alla minore quieta un ondeggiamento sensibile, che per mezzo dell'aere passi a far colpo nell'organo dell'udito.

IX.

Bisogna dunque battere una differente strada, per render ragione del fenomeno. E prima d'ogn'altra cosa è da saperſi, che posta una corda in agitazione, trema non solamente intiera, ma divisa altresì nelle sue parti aliquote. Assieme colla corda totale fanno le loro particolari oscillazioni le due metà, le parti terze, le quarte, le quinte, le seste, le settime, le ottave, e così di seguito fino a molto minute distribuzioni. Quanto una parte è più grande, tanto rende un suono più forte il quale si lascia agevolmente discernere da un'orecchio perito ed attento, quando non sia equisono al suono principale, cioè a dire non si riferisca ad esso in Ottava semplice, o replicata. I suoni equisoni equivocano assai coll'unisono, e facilmente si confondono l'uno con l'altro. Quindi unitamente col suono della corda intera s'odono, usata una mediocre applicazione, i suoni delle terze, e delle quinte parti: proprietà resa omai nota all'universale dei Musici. Chi volesse sentire distintamente i suoni di molte parti aliquote in serie, ponga in opera il seguente artifizio. Preparato prima un ostacolo leggiero, per esempio una specie di molla formata con una delle più grosse corde d'ottone, che s'adoprano nei grave cembali, si faccia vibrar la corda, ed incontanente s'appoggi essa molla ad un punto della corda, che sia lontano dall'uno de due scannelli per la precisa misura di quella parte aliquota, di cui si vuole ascoltare il suono, e si otterrà il fine desiderato. Ammorzati dall'ostacolo i suoni della corda intiera, e delle maggiori parti aliquote, resta illeso quello della porzione prescelta, col quale per altro sono incorporati i suoni di particelle a grado a grado più picciole, che del pari misurano e la nostra parte aliquota, e la corda totale.

Poste al confronto due corde, l'armonia, nella quale si riferiscono, m'additerà quelle massime porzioni parti aliquote d'entrambe, che all'unisono si corrispondono. Se la corda grave fa tre vibrazioni in tempo, che l'acuta ne compie quattro, la quarta parte di quella, e la terza di questa sono le più grandi porzioni unisone. Mentre le due corde non differiscano, salvo che nella lunghezza, le porzioni cercate sono fra loro eguali, e pareggiano la massima comune misura d'entrambe le corde. Attenendomi a tale supposizione in grazia della semplicità, l'esperienza m'insegna, che per l'azione d'una corda palpita l'altra o intera, o divisa in porzioni eguali, secondo

che

che o la corda intera, o una delle dette parti s'adegua alla nominata massima comune misura delle due corde. Così in virtù della oscillazione della corda (4) trema la corda (3) divisa in tre parti eguali, ed in virtù della oscillazione della corda (3) vibrasi la corda (4) in porzioni quattro distribuita. Ora cotali effetti si devono forse attribuire alle corde (4) e (3) considerate siccome intere? Chi così pensasse, s'ingannerebbe a partito. La corda totale (4) non pone in tremito la corda (3), o al rovescio. Ci esprimeremo colla debita precisione affermando, che le quattro corde (1) producono suono nelle tre corde (1), o che all'incontro le tre ultime nelle quattro prime generano palpitazione. Alcuni curiosi esperimenti, che quì non è tempo di riferire, mettono in pieno lume una tal verità, e manifestamente dimostrano, che non si comunicano sensibilmente altri tremiti che gli unisoni.

CAPITOLO SESTO

Della deduzione dell' assurdo.

I.

IN altro luogo ho dato un qualche tocco intorno que' ragionamenti indiretti, i quali riducono la cosa alla ripugnanza, ed ho notato, che due spezie di assurdi ci si parano innanzi. Alcuni metafisici, e geometrici accompagnati dalla contraddizione mettono capo nell' impossibile assoluto: altri poi, ch'io chiamo Fisici, terminano in conclusioni tali, che si oppongono alle sensate esperienze, ed ai fenomeni della Natura, onde ci si fa manifesta la falsità della posizione: ma non si scorge chiaramente, ch'essa tiri con seco l'impossibilità metafisica non essendo noi abbastanza certi, che in un diverso ordine, e sistema di cose non possa aver luogo l'ipotesi assunta. In sì fatte circostanze io sto alle mie regole circa il possibile, e l'impossibile, e sospendo la decisione. Giudico che siasi fatto quanto aveva a farsi, ogni qual volta si prova ad evidenza, che un'opinione filosofica non va d'accordo colle operazioni della Natura; avvegnachè se i nostri pensamenti colla Natura contrastano, il Mondo, ch'abbiamo in testa, non è quel d'esso, ch'esiste fuori di noi, e del quale ci affatichiamo di spiegar le apparenze.

II.

Vivono, e per lungo tratto viveranno moltissime fisiche sentenze abbracciate da varie sette; perchè o non ci curiamo di esaminarle se non superficialmente, ricevendole siccome notizie appartenenti alla storia dell'umano sapere, o perchè non si sa il modo nè di stabilire le vere, nè di rifiutare dimostrativamente le false opinioni. Egli è un' assioma fisico, che la

Natura non procede per ſalti, e lo ſteſſo dicaſi del noſtro intelletto, il quale paſſo paſſo da una cognizione all'altra cammina, e ſe per ſorta a mezzo il viaggio trova intercisa la ſtrada, e ſtimolato dal natural deſio di ſapere ſpicca un gran ſalto, è colpo di mera fortuna, ſe ben ſi appone, e nell'error non precipita. Tra le cognizioni da noi poſſedute, e quelle di cui andiamo in traccia, ſpeſſe fiate ſe ne frammettono delle altre, che ci ſono onninamente ignote; laonde nella ſcala dei penſamenti mancando i gradini, il poggiar più alto è molto malagevole impreſa. Chi non giuoca ad indovinare, come ſi pratica tutto dì, debbe indiſpenſabilmente ſupplirli: ma ciò per lo più non iſtà in noſtro potere; avvegnachè certe idee, e certe particolari conſiderazioni in ogni mente non ſi ſvegliano, e quand'anche non ſieno al di ſopra della noſtra capacità, non ci ſi preſentano con quella prontezza, che la biſogna richiede. Aggiungo, che queſte verità intermezze, ed ajutatrici anno talvolta origini lontaniſſime dal ſubbietto, che ſi maneggia, e naſcono ſiccome conſeguenze d'un qualche fenomeno non avvertito, o ſi prendono in preſtito da qualche ſcienza, e ſpecialmente dalla Geometria, e dall'Analiſi, o dipendono dalla ſcoperta di qualche novello metodo. Comunque la coſa ſia, ogni buon Filoſofante, che ha imparato a far uſo della propria ragione, e non ſi laſcia condurre dalla fantaſia, dee bensì promovere in qualche picciola parte le ſcienze a miſura del ſuo talento; ma ciò che rimane da intenderſi, eſſendo per così dire in infinito, ha da traſmetterſi all'induſtria de' poſteri.

III.

Il Tartaglia Matematico Breſciano fu il primo, ch'io ſappia, a conſiderare la linea curva deſcritta in aria dai projetti ſpinti per un'obbliqua direzione: ed egli la credette una porzione della periferia circolare. Queſto grand'Uomo benemerito della Geometria, e dell'algebra non poteva mai colpire nel ſegno, non eſſendo a' ſuoi giorni nota la legge della diſceſa accelerata dei corpi gravi per la linea del piombo. Il Galileo, che ammonito da alcune ſperienze coll'acutezza del ſuo feliciſſimo ingegno la miſe in luce, s'avvide della conſeguenza indi naſcente, che la curva de' projetti era una parabola Apolloniana. Ma ciò, che per un verſo al Tartaglia, per l'altro mancava al Galileo, il quale era all'oſcuro delle preconoſcenze neceſſarie per iſciogliere due problemi aſſai più ardui, cioè determinare la curva del più celere deſcendimento, e quella in cui ſi diſpone una catenella da due chiodi pendente. Opinò egli di ſalto, e giudicando la prima circolare, e la ſeconda parabolica inciampò in un doppio paralogiſmo. E col ſuo eſempio tirò parecchi altri in errore: anzi il buon eſito nella inveſtigazione della trajettoria dei corpi gravi fè sì, che pareva non poterſi la Natura ſervire d'altre curve, ſe non ſe delle parabole; e preſſo gli Autori del paſſato ſecolo parabola fù ſtimata l'elaſtica, e parabola la velaria. Chi ſi ſarebbe mai immaginato, che le menzionate curve foſſero della claſſe delle traſcendenti, di cui i citati Geometri non aveano appena ſentore, e che per indagarne le proprietà, e la coſtruzione, faceſſe di meſtieri inventar nuovi metodi, e ridur-

ſurre a computo le quantità infinitesime almeno del primo, e del ſecondo ordine. Queſte analitiche ſottigliezze ſembrano affatto eſtranee alle ſuddette quiſtioni, nè il Galileo ſi ſarebbe mai avviſato di batiere un tal ſentiero: e pure la ſoluzione de' premeſſi problemi è quaſi ſto per dire un corollario, o piuttoſto un'applicazione del metodo Leibniziano alla Statica, ed alla Meccanica.

IV.

Atteſi i propoſti avvertimenti ſi terrà in guardia il Lettore per non mettere il piede in certe materie aſtruſe, e pochiſſimo conoſciute. Aſpettiamo nuovi lumi, e più accertate oſſervazioni, e meglio circoſtanziate. Oggidì ſi è cominciato a diſcorrere di propoſito intorno le forze elettriche, e nelle Tranſazioni Anglicane, e nelle Memorie della Reale Accademia di Parigi leggonſi delle curioſe ſperienze. I fenomeni ſono ſtupendi, e ſpezialmente il paſſaggio di queſte forze da un corpo all'altro. Attentamente ſono da me ſtati ponderati, ed io conſcio del mio ſcarſo ſapere gli ho trovati di gran lunga ſuperiori alle mie forze, e perciò ſinattantochè non ſi ſa paleſe qualche legge in Natura, che ce ne agevoli la ſpiegazione, di buona voglia gli abbandono a coloro, che o ſono deſtri in fabbricare leggiadre ipoteſi, o ci attaccano colla pece le miſterioſe attrazioni. Oltre ciò interviene bene ſpeſſo, che una verità, la quale non ſi ſa ſcoprire col metodo diretto, venga meſſa fuori di dubbio per mezzo dell'indiretto. Confeſſo, che la maniera obbliqua, ſiccome imperfetta, e ſecondaria non illumina la noſtra mente, ma la convince in modo tale, che non ardiſce fiatare, e nel tempo ſteſſo ſi appaga d'aver guadagnata una cognizione. Non contraddico ad Ariſtotele, il quale dandoci l'idea d'una eccellente, e compiuta dimoſtrazione preſcrive, che venga dedotta dai veri, primi, proprj, ed immediati principj: ma rariſſime ſaranno le privilegiate, in cui tutti i requiſiti s'adempiano: e ſecondo il mio parere le ſcienze, e maſſime la Fiſica prendono prima di mira la certezza, e poi l'eleganza, la qual condizione ſe in qualche progreſſo di raziocinio ſi ravviſa, merita lode, ma non occorre affettarla in qualunque caſo; perchè ſovente ſi perde il tempo, e la fatica, e la la verità è ſempre pregevole in qualſivoglia foggia ci ſi preſenti. Conforme l'occhio non ſempre guarda gli obbietti in faccia del ſole, e ſpeſſo conviene, che ſi contenti d'una languida facella, così all'intelletto non è conceſſo di contemplare il vero a pieno lume in ogn'incontro, ma dee talvolta guardarlo fiſſo, quantunque in parte adombrato. La ſtrada regia è una ſola, e ſe queſta è mal conoſciuta, non nuoce il calcare le men principali, purchè alla meta ci guidino. Il maggior intoppo, che abbia a ſuperarſi nell'uſare il metodo obbliquo, conſiſte nel rinvenire, e nello ſtendere il filo del ragionamento, che ci mena ſpeditamente all'aſſurdo. Di ciò altrove ho favellato: ſebbene ſu queſto punto malagevole ad eſeguirſi non ſi poſſono ſuggerire regole ferme. Gioverà tal fiata riſuggire alla ſinteſi, e molto più all'analiſi, o ad alcuno di que' metodi, che ſi eſporranno nel preſente libro. Intanto daranno qualche lume alla materia gli eſempj.

V.

E' noto, che la teoria de' gravi cadenti, allorchè fu prodotta dal celebre Galileo, incontrò molti impugnatori, i quali eran d'avviso, che le velocità non doveſſero ſeguire la ragione de' tempi, ma bensì degli ſpazj paſſati. Durarono qualche tempo oſtinatamente le diſpute, e ſarebbero continuate più lungamente, ſe il Sig. di Fermat Matematico profondo col metodo della deduzion all'aſſurdo non l'aveſſe interamente troncate. Egli dal ſupporre, che le velocità ſieno agli ſpazj proporzionali, dimoſtrativamente concluſe, che per paſſare qualunque ſpazio finito d'uopo ſarebbe d'un tempo infinito; la qual conſeguenza aſſurdiſſima convinſe di patente falſità l'ipoteſi preſuppoſta. Ma avendo di ciò ragionato altrove, mi fermerò più volentieri in un altro eſempio.

VI.

S'è reſo famoſo l'eſperimento del Dottiſſimo Signor Marcheſe Poleni, nel quale due globi d'egual diametro, ma di maſſa diverſa cadendo da altezze reciprocamente alle maſſe proporzionali ſcavano nella materia cadente due foſſe della ſteſſa profondità. Alcuni Filoſofi, tra quali il celebre Signor Crouſaz, per conciliar il fenomeno colle loro antiche opinioni ſoſtenevano, che i tempi, ne' quali ſi formano le foſſe, erano in ragione diretta dell'iniziali velocità. Io eſaminando con diligenza sì fatta ſuppoſizione, mi ſtudiai di condurla all'aſſurdo in una lettera ſcritta allo ſteſſo Signor Poleni, ch'egli avendola tradotta in latino ha dato al pubblico colle ſtampe. Diſcenda la palla più leggera (Fig. 12.) dall'altezza AC, ed eſcavi giuſta il ſolito la foſſa CD. Tirata l'orizzontale GAF, ſi eſprima colla retta AE il tempo della caduta per AC, e colla retta AF il tempo impiegato della ſfera A nel formare la foſſa CD. Dal vertice comune C ſi deſcrivano le due parabole CHE, CIF, che paſſino per li punti determinati E, F. Prendaſi la ſeconda palla più peſante B, ma di diametro eguale a quello del globo A, che ſi collochi ad arbitrio in qualunque punto B, coll'avvertenza però, che ſia come la ſublimità BC alla ſublimità AC, così la maſſa A alla maſſa B, e riempiuta la foſſa già fatta CD, la ſfera B in cadendo dal punto B farà la ſua foſſa eguale alla prima, come c'inſegna l'eſperienza ammeſſa per bella, e per buona dallo ſteſſo Signor Crouſaz.

Sia nella parabola CF l'ordinata BJ relativa all'abſciſſa BC: io dico, che s'è vera la riſpoſta del ſuddetto Signore, l'applicata BJ eſprimerà il tempo impiegato dalla palla B nell'eſcavare la ſua foſſa CD; imperocchè ſecondo lui i tempi conſumati dalle due palle in fare le due foſſe uguali, ſono come le velocità acquiſtate dalle ſuddette due palle cadenti, la prima dall'altezza AC, la ſeconda dall'altezza BC. Ma queſte velocità ſono in ragione dimidiata delle predette altezze; dunque i tempi ſaranno fra loro nella medeſima proporzione. Rappreſentando per tanto AF il tempo ſpeſo dalla palla A nel formar la ſua foſſa, ed eſſendo per

la

la natura della parabola come $\sqrt{AC}$ a $\sqrt{BC}$, così AF a BJ, l' ordinata BJ esporrà il tempo consumato dalla palla B nell'escavare la sua fossa, lo che ec.

Premesso ciò, dal vertice D intorno l'asse DA si descriva la terza parabola DKG eguale, o per dir meglio la stessa colla parabola CHE, ma solamente diversa dipositione: egli è manifesto, che dinotando le applicate AE, BH i tempi delle discese per AC, BC, se le palle A, B continuassero la loro caduta nel vano per lo spazio CD saetta della fossa, senza incontrare qualsisia resistenza, la retta AG esprimerebbe il tempo della caduta per l' altezza AD, e la BK il tempo della caduta per l' altezza BD.

Sottratti dunque i tempi AE, BH impiegati nelle discese per AC, BC, la differenza GE segnerà il tempo speso dalla palla A cadente dal punto di quiete A nello scorrere senza intoppi, e con moto accelerato lo spazio CD, e la differenza KH il tempo impiegato dalla palla B cadente dal punto di quiete B a scorrere nelle medesime circostanze il suddetto spazio CD.

Si determini ora nell'asse AC il punto B in maniera, che la differenza KH sia eguale alla ordinata BJ; lo che si farà nel seguente modo. Sia la ragione dell'ordinata AE all'ordinata AF, come qualsivoglia quantità n all'unità, e facciasi come $1 + 2n : nn$, così DC: CB; sarà B il punto cercato. Ma l ordinata BJ esprime il tempo, in cui la palla B cadendo dal punto di quiete B escava la fossa CD, e l'intercetta HK dinota il tempo, in cui la medesima palla B cadente dal punto di riposo B scorre nel vano lo spazio CD, senza che qualsisia resistenza alla sua discesa faccia contrasto, ed essendo per la costruzione uguali i tempi BJ, HK; ne segue, che nell'uno, e nell'altro caso la palla B farà il viaggio CD in egual tempo. cioe a dire e quando vi passa con moto libero, ed accelerato, e quando gli ostacoli vi si oppongono, e vi passa con moto ritardato: lo che è manifestissimo assurdo.

In fatti giunta che sia la palla al punto C ha acquistato quel grado di velocità, ch' è conveniente alla discesa per l'intervallo BC; ma quando cammina per lo spazio CD vano, la sua velocità dalla gravità accelerante in ogni punto di esso spazio si accresce, ed all'opposto quando dee vincere le resistenze, in ogni punto la sua velocità si ritarda; dunque maggior tempo impiega a far la sua fossa, e minore a scorrere per lo spazio libero.

Cresce l'inconveniente, se si prende il punto L fra li due punti C, B mentre essendo OM maggiore di LN, com'è facile a dimostrarsi, succederebbe, che più lenta camminerebbe la palla B cadente dal punto di quiete L per lo spazio CD vuoto, e c' impiegherebbe più tempo di quello che il detto spazio fosse pieno d' una materia viscosa, e resistente.

Gli esempj, che ho addotti, fanno manifesto, quanto sia utile il metodo della deduzion all'assurdo, principalmente per dar bando ad alcune opinioni, le quali a quando a quando vanno nascendo, e sono d' ostacolo all' invenzione, ed al progresso delle fisiche verità.

CA-

CAPITOLO SETTIMO

Dell' applicazione della Geometria, e dell' Analisi alla Fisica.

I.

ECco lo scoglio, in cui urtano pressochè tutti coloro, i quali prendon piacere di studiare la Fisica, non solamente per essere informati in via storica de' sistemi antichi, e moderni, ma di più per mettere mano all'opera, e valersi della propria ragione. Alcuni timorosi oltre il dovere si contentano di guardare le cose cogli occhi altrui, e per soverchia paura di favellare, non si arrischiano di adattare i teoremi geometrici, o le analitiche equazioni ai fenomeni, ed alle leggi della Natura. Altri poi si imbrogliano fior di modo nel transito, che dee farsi, dalle passioni astratte della quantità contemplate dai Matematici alle affezioni sensibili, ed alle apparenze naturali, che sono gli obbietti de' fisici investigamenti. A' primi manca piuttosto il coraggio, che l' idoneità, e perciò bisogna loro dare animo, e fornirli d'un regolato ardimento. Vorrei, che con meco riflettessero arrecare alle scienze molto maggior benefizio la scoperta d'una verità nuova, e per se stessa, e per le conseguenze indi nascenti, che non apportano danno alquanti errori, parti della nostra fiacchezza. Le verità sono immortali, ed a' posteri in retaggio si trasmettono: all' incontro gli errori muojono, appena prodotti, e si seppelliscono. Lo sbagliare in Fisica non è vergogna, ed i Maestri di prima rinomanza talvolta si sono mostrati uomini: laonde i loro difetti coprono i nostri, e possiam dir con Orazio

Scimus, & hanc veniam petimusque, damusque vicissim.

Ai secondi poscia conviene porgere qualche picciolo ajuto, e condurli per mano fuori del cattivo passo, addestrandoli a ben comprendere lo scambievole commerzio, che passa fra le discipline matematiche, e la scienza della Natura.

II.

Essendo a noi onninamente ignoti i limiti del massimo, e del minimo nella estensione della materia, come altresì gli ultimi gradi e per una banda, e per l'altra delle forze, e dei moti, i quali conforme altrove ho congetturato, non poggiano per un verso all'infinito, nè per l'opposto discendono all'infinitesimo; l'unico ripiego, che ci rimane, giacchè non abbiam contezza dell'assoluto, consiste nel ben comprendere il relativo. Per la qual cosa

coſa nelle naturali ricerche rari ſono que' caſi, che non ſi vada in traccia di rapporti, e di analogie, e non ſi ha punto riguardo d'inſtituire i confronti fra le grandezze di genere diſparatiſſimo. Dove ha luogo il più, ed il meno, e mentre le coſe poſſono ricreſcere, e ſcemare; ivi non ſolamente ſi ſanno de' canoni generali della quantità, e di tutti i teoremi, che ci ſomminiſtrano le facoltà matematiche; ma di più una ſpezie di grandezze in cambio d' un' altra francamente ſi ſoſtituiſce. E la ragione ſi è, perchè la proporzione conſiderata in ſe medeſima ſuſſiſte ſempre la ſteſſa, in qualſivoglia maniera ſi eſprima, e non ſi altera in conto alcuno, quantunque le grandezze, a cui ſi appoggia, ſi diverſificano. Quinci s' intende la cagione per cui reſtiamo noi compiutamente paghi, ogni qualvolta ci vien fatto di traſportare un' analogia dalle coſe, per dir così, peregrine a quelle, che ci ſono più familiari, eſponendola o con una geometrica coſtruzione, o con una formola analitica, o ſpecialmente per via di numeri, de' quali haſſi una idea chiara, e diſtinta. Se dunque le forze tanto vive, quanto morte, le velocità, i tempi, gli ſpazj, i ſuoni, e che ſo io, deſtramente ſi rappreſentano o colle linee, o colle figure, o con i ſegni dell' Algebra, e fatta la ſurrogazione ſi maneggiano con pari induſtria; apertamente ſi ſcorge in qual guiſa le quiſtioni fiſiche paſſano ſotto la giuridizione della Geometria, dell' Aritmetica, e dell' Analiſi.

III.

La principale difficoltà ſi rigira nel diſporre congruamente le artificioſe ſoſtituzioni (avvegnachè il ſeparare i dati del quiſito, e l' introdurre gli opportuni preparamenti, ſono oſtacoli comuni, i quali ci ſi paran dinanzi anco nelle indagini puramente matematiche.) Per procedere con franchezza, e per non vacillare ad ogni paſſo, egli è d' uopo aver in pronto, e bene a mente le leggi fondamentali, e generaliſſime della Natura, di cui ſono pieni tutti i libri. Prima che queſte foſſero ſcoperte, ed ampliate, confeſſo, che ſi camminava tentoni; e per tal motivo gli antichi Filoſofanti anteriori al Galileo per quanto abbiano penſato, e ripenſato, anno pochiſſimo avvantaggiata la ſcienza fiſica. Ora però, che le ſuddette leggi ci ſtanno tutto dì anzi gli occhi ſotto ai ſimboli analitici, e ſotto i delineamenti geometrici, ed ora, come tanti luoghi reſoluti ſi frammettono tra i principj, ed i problemi, che prendiamo a ſciogliere, e che ſi ſono a moltiſſimi caſi felicemente adattate; pare a me, che s'abbia, dove ricorrere, e che gittate le fondamenta, ed alzata la fabbrica, altro non ſi richieda, ſalvo che perfezionarla, ed abbellirla. Nei ſimboli, e nelle denominazioni abbiamo della libertà ſino ad un certo ſegno: e la ragione già ſi è allegata; perchè così dall' indole delle relazioni, di cui ſi va in traccia, ci vien conceduto. Aſſunta una linea per dinotare una quantità di qualſiſia genere, le altre grandezze eterogenee, che entrano nella ricerca, ſiccome quelle, che non ſono per lo più nè punto, nè poco dalla prima poſizione determinate, anno ad elggerſi a piacimento. Ma ſtabiliti una volta per ſempre i valori degli elementi, che cadono ſotto la noſtra conſiderazione, le curve locali

indi

indi naſcenti altro arbitrio non ci permettono. Ogni parabola Apolloniana è atta a metterci ſotto gli occhi la teorica del Galileo intorno i moti accelerati. Diſcenda il grave dal punto di quiete A, (Fig. 13.) e cammini per la linea del piombo A F, e pervenuto al ſito B, s'abbia fornito d'una velocità, che mi è lecito d'eſporre per qualunque linea B C. Ed eſſendo che il tempo impiegato a ſcorrere lo ſpazio A B è ſempre proporzionale alla velocità, poſſo eſprimerlo o per la retta aſſunta B C, o per qualſivoglia altra B D, che ſia a B C in data ragione. Deſcrivanſi ora col vertice in A due parabole A C H, A D G, una che paſſi per il punto C, e l'altra per il punto D; io dico, che allo ſpazio traſcorſo per eſempio A F corriſponderà la celerità F H, ed il tempo F G: ed in tal guiſa le tre prime determinazioni puramente arbitrarie ci ſomminiſtrano tutte le altre, nelle quali non ha più luogo l'arbitrio. Chi poi deſidera qualche più preciſa notizia, debbe accoppiare la dottrina Galileana colla ſperienza. Per le oſſervazioni accuratiſſime di Criſtiano Ughenio ſi ſa, che un mobile laſciato piombare dal punto A in una ſeconda di tempo traſcorre lo ſpazio di quindici piedi, ed una oncia, miſura di Parigi. Su queſto dato, ſegno eſatta l'aſſiſſa A B = piedi $15\frac{1}{12}$: ma l'ordinata B D, per cui haſſi a rappreſentare il minuto ſecondo, magnitudine incomparabile collo ſpazio A B, non ſi può determinare, ſe non ſe a beneplacito. In queſto mentre delineata qualſivoglia parabola A D G, ſiccome ſcala de'tempi, e condotta la toccante D E, è ſempre vero, che la ſottangente E B ſta in ragion doppia all'aſſiſſa A B. Mi è noto altresì, che ſe il grave colla celerità acquiſtata nel punto B continuerà il ſuo viaggio con moto equabile, nel tempo B D compierà appunto tanto di ſtrada, quanto è lunga la retta E B. Per la qual coſa vengo in cognizione, che il mobile in cadendo dalla ſublimità A B di piedi $15\frac{1}{12}$ guadagna una velocità tale, che conſervata in eſſo ſenza accreſcimento, o diminuzione, lo fa correre con paſſo uniforme nella durata d'un ſecondo il tratto di piedi trenta più la ſeſta parte d'un piede. Queſta fondamentale determinazione, che ben applicata ſi eſtende per tutta la Fiſica, ci porge il modo di miſurare i moti per linee rette, o curve, di paragonare colla gravità noſtrale i conati centrali, o eſtrudenti, ed in una parola di ridurre a computo le azioni, e le reazioni delle forze vive, e morte di qualſiſia genere.

IV.

In una gran parte de' problemi s'impiega ſoltanto la volgare Geometria, o l'Analiſi del Carteſio, e con più frequenza vengono ad uſo i problemi locali dei determinati. Le coſe appartenenti alla viſione o diretta, o rifleſſa, o refratta non ricercano ordinariamente un maggior apparato, come ne tampoco la Meccanica, la Statica, ed altre diſcipline d'inveſtigazione non

non tanto aſtruſa, e profonda. Anno eſſe per baſe alcuni ſempliciſſimi principj, che ſviluppati, ed eſteſi le fanno naſcere, e creſcere, ed ormai le anno preſſochè ridotte all'intero compimento. Ed in fatti a cagion d'eſempio, i raggi luminoſi, i quali ſono ribattuti dai corpi opachi, e penetrano i traſparenti, ſi aſſumono ſiccome linee fiſicamente rette, e ſerbano coſtantemente due leggi, una, che l'angolo della reflеſſione è uguale a quello dell'incidenza; l'altra, che il ſeno dell'angolo d'inclinazione è in ragion data al ſeno dell'angolo refratto. Eſsendo certo, che in tali incontri la Natura paleſemente geometrizza, non ci volea molto a tenerle dietro, e l'an fatto ſra gli antichi Euclide, Archimede, Tolomeo, e ne' tempi più baſſi Alaazzeno, e Vitellione, laſciati da canto i Moderni, e particolarmente lo Snellio, a cui ſi debbe la ſcoperta del canone fondamentale della Diottrica. Lo ſteſſo dicaſi della teorica dei movimenti uniformi, che prendono norma da una ſempliciſſima regola, ed è, che gli ſpazj paſſati ſono in proporzione compoſta de' tempi, e delle velocità; laonde le celerità ſaranno direttamente come gli ſpazj, e reciprocamente come i tempi, ed inoltre i tempi in ragion diretta degli ſpazj, ed inverſa delle velocità le quali affezioni vengono mirabilmente a feſta, qualora ſiamo aſtretti a valerci delle grandezze minime, ed inaſſegnabili. E quì noto io a lume de' poco pratici, che ſebbene ſuccede, che un mobile cammini per una linea o retta, o curva con una variabile velocità; non oſtante ciò pigliando nello ſpazio, che ſi traſcorre, una porzione minore di qualunque data, che dal Geometra ſi aſſume infinitamente picciola, e dal Fiſico ſiccome un minimo di naturale eſtenſione, abbiamo a preſupporre, che nell' impercettibile viaggio il corpo pregrediſca con una celerità equabile. E la ragione ſi è, perchè il minutiſſimo accreſcimento, o ſcemamento è incomparabile a quella finita velocità, che nel mobile attualmente riſiede. Per la qual coſa ſi dilegua l'inaſſegnabile errore, e denominati per le differenze ds, dt i menomi dello ſpazio, e del tempo, e per la ſpezie u la velocità, avremo ds come udt, $\frac{ds}{u}$ come dt, e finalmente $\frac{ds}{dt}$ come u.

V.

Ed eccomi giunto a quelle più ardue, e più ſublimi ſpecolazioni; nelle quali entrandovi le forze continuamente applicate, ſono molto difficiliſſime a maneggiarſi. Non metto in conto gl'intoppi provenienti dalla Geometria, e dall'Analiſi, non eſſendo queſte ſcienze arrivate ancora al colmo della perfezione, perchè il Fiſico adempie baſtantemente il ſuo ufficio, quando traſferiſce le quiſtioni naturali alle geometriche coſtruzioni, ed alle formole analitiche. Cio fatto ſi veſte egli per dir così d'altri panni, e nel proſeguimento compariſce in figura di Matematico. Il male ſi è,

che talvolta è così imbarazzata l'applicazione, che non ci si presenta il modo di seguitare coi nostri computi passo passo gli andamenti della Natura. Siamo in parte all'oscuro dei dati, ed oltre ogni credere reconditi sono i rapporti fra gli elementi, che si meschiano, e si confondono nel produrre gli effetti fisici; e' perciò non sappiamo opportunamente adattare al caso le denominazioni, ed i simboli, nè stabilire gli analogismi nascenti dalle leggi mal conosciute della Natura. Sono convinto, che per quanto duri il Mondo, la sagacità umana non perverrà mai se non se ad esplicare una piccolissima parte dei naturali fenomeni; conciossiachè c'è troppo grandissimo divario tra la sapienza infinita del Creatore, e le cognizioni limitate della creatura. Non per tanto ad oggetto di avanzar cammino fin dove si può, siami concesso di suggerire con brevità alcuni forse non inutili espedienti. Dico adunque, che dominando in Natura le azioni, e le reazioni, gl' impeti, e le resistenze, dalle forze morte, e vive viene moderata tutta l'economia dell'Universo. Non c'è forza viva accompagnata da una finita attuale celerità, che dalle iterate menome impressioni della morta non si generi, e non si aumenti; ne che minorandosi, o estinguendosi in virtù di replicati impercettibili contrasti, il suo vigore non perda. Senza l'intervento delle forze morte il moto non passa da corpo a corpo, i gravi non discendono, i pianeti non girano, gli animali non sentono, ed il Mondo diventa una massa oziosa, ed informe, fornita soltanto di estensione, e d'inerzia. Galileo Galilei, che della gravità, forza principale fra le morte, prima d' ogni altro sensatamente ha discorso, se l'è immaginata siccome costante: ipotesi piuttosto matematica, che fisica. E sebbene le recenti osservazioni e' insegnano, che i mobili in varie distanze dal centro vengono sollecitati da impulsi diversi; contuttociò le ricerche di questa fatta alla dottrina del Filosofo Fiorentino unicamente si appoggiano. Ed in vero qualunque conato accelerante, che spigne un corpo per un minimo spazio, ovvero opera per un minimo tempo, può prendersi siccome stabile, ed invariato, e conseguentemente soggiace alle regole Galileane: le quali adattate alle quantità elementari, che quantunque inassegnabili si trattano come se fossero finite, ci danno lo scioglimento dei problemi; laonde dopo trovata l' equazione composta di grandezze comuni, ed infinitesime, si passa secondo l'occorrenza, o alle differenze per mezzo del metodo diretto del Leibnizio, ovvero per via dell' inverso alle integrazioni. Siamo per tanto nel tenere dell' Analisi, e volendo procedere con superiorità si faccia transito dalle spezie alle linee, ed alle figure, e si lavori la costruzione, e la dimostrazione geometrica. Avvertasi però, che rare fiate riescono eleganti quell'affezzioni, che si cavano dal fondo del computo, e che l'andar servilmente dietro le vestigia delle operazioni algebratiche, porta con seco l'oscurità, e l'imbarazzo. Convien dunque farsi padroni della materia, e volgerla da tutti i lati: conche ci si apre l'adito di valersi dell' Analisi, e della Sintesi degli Antichi, che va accompagnata dalla semplicità, e dalla leggiadria. Così i due metodi si porgono vicendevolmente la mano, e le invenzioni del primo vengono perfezionate dalla maestria del secondo: e ciò tanto più facilmente si ottiene, quanto che somministrateci dal calcolo le verità cercate, la resoluzione, e

la

la compoſizione non ha motivo d'indagare i principj, e le deduzioni, nè di gir conſeguentemente vagando per ſentieri obbliqui, ed incerti.

VI.

Cammini un mobile per la curva A B C (Fig. 14.) affetto da una forza morta, e continuamente applicata tendente al centro O. Tagliſi in eſſa curva la porzione infinitamente picciola B C, ed al punto B tirata la toccante B D, ſi conducano dal centro le due ordinate, che contengono un angolo minimo, e s'abbiano per parallele O B, O C, la ſeconda delle quali, ſe fa d'uopo prolungata, interſechi in D la toccante. Il corpo abbandonato dalla forza centrale correrebbe nella fluſſione dt del tempo colla velocita u equabile per lo ſpazio menomo B D: ma per l'ipoteſi viene eſſo ritenuto nella curva; dunque l'impreſſione, che inceſſantemente verſo il centro O lo ſtimola, fa sì, che nel tempo medeſimo dt diſcoſtandoſi dalla toccante per la lineetta D C con moto accelerato, ſi trovi nel punto C dalla trajettoria A B C, ed in fatto abbia compiuto il viaggio per la $BC = ds$. Ora il conato o centripeto, o centrifugo, che in ogni ſito dell'orbita variabile ſi ſuppone, mal potrebbe ridurſi a computo, quando non ſi conſideraſſe ſiccome operante per la tratta D C inaſſegnabile: ed in tale circoſtanza legittimamente ſi aſſume per coſtante, ed invariato. In ordine a ciò richiamiamo alla memoria un teorema del Galileo, ed è, che la forza moltiplicata nel quadrato del tempo ci eſpone il doppio ſpazio, onde haſſi l'equazione (1.ª) $\frac{fdt^2}{2} = DC$. Sovvengaci ancora di ciò, che ha dimoſtrato il Cavalier Nevvton ne'ſuoi principj matematici della Filoſofia naturale lib.° pr.° ſezione 2.ª prop.ª pr.ª, che il tempo impiegato dal mobile nel camminare per la fluſſione B C ſta in data proporzione all' area elementare O B C, ovvero al ſettore O B F, e chiamando conforme il conſueto y l'ordinata variabile O B, e dx l'arco infinitesimo B F, avremo (2.ª) $nydx = dt$, ovvero $n^2y^2dx^2 = dt^2$. Quinci ſurrogate nella prima equazione il valore del tempo ſomminiſtratoci dalla ſeconda, ſarà (3.ª) $n^2fy^2dx^2 = 2DC$. Ioquì mi fermo, e conſidero, che la terza formola dà quanto baſta per lo ſcioglimento del problema tanto diretto, quanto inverſo delle forze centrali. Se aſſegnata la curva ſi cerca la forza f, ſi dee fare col maneggio della equazione locale, che ſvaniſcano le quantità differenziali del primo, e del ſecondo ordine, onde s'abbia la eſpreſſione della forza in termini finiti compoſti di grandezze parte coſtanti, e parte variabili. Non deggio però diſſimulare una difficoltà, che s'incontra, e che conſiſte nel traſportare le locali equazioni delle curve dall'aſſe al foco. Io ho alcuni metodi generali di pronta eſecuzione: ma queſto non è il tempo di proporli, e rimando il Lettore alle Diſſertazioni del celebre Signor Varignon inſerite nelle memorie della Reale Accademia di Parigi, in cui trovandoſi l'equazioni differenziali relativamente ai fochi non ſolo delle curve più note, ma per ſino

della ellissi Cassiniana, ci ha liberati dal tedio dei computi. Chi avesse ozio, potrebbe tirar innanzi il lavoro in altre curve note, e massime nella concoide rispetto al polo, e nella cicolide per rapporto al centro del cerchio generatore: ma queste inchieste sono più curiose, che profittevoli; perchè sarà colpo di fortuna, se ci si affaccia qualche legge di forze centrali, che ai fenomeni naturali possa adattarsi. Passo al problema inverso, in cui data la forza sollecitante, si va in traccia della trajettoria. Ripetuta la formola (3.ª) $z^2fy^2dx^2 = 2DC$ dico, che se la forza f sta come qualsivoglia funzione dell'ordinata y, nulla si rinviene nella equazione, che non sia espresso per gli elementi costitutivi della curva, che ha da descriversi: e perciò la cosa è ridotta agli artifici puramente analitici. Nel valore della intercetta DC c'entrano le seconde differenze, le quali sogliono alle prime ridursi: indi sa d'uopo separare le incognite, se fra loro sono per avventura imbrogliate, e confuse: conviene per ultimo pensare alle integrazioni, e alle costruzioni. Le cose nel caso nostro felicemente succedono: ma resta per anco a scioglierſi un nodo più intricato della stessa quistione principale, ed è, che bisogna distinguere le curve meccaniche dalle algebratiche. Sia l'espressione differenziale della curva ABC $dx = zdy$, in cui z è una qualunque funzione dell'applicata y. Col raggio costante OP descrivasi l'arco minimo $PQ = d\omega$, e giacchè

$$OP = a : \quad PQ = d\omega : : \quad OB = y : \quad BF = dx,$$

avremo $\frac{yd\omega}{a} = dx$, e surrogato questo valore nella formola generale $dx = zdy$, sarà $d\omega = \frac{azdy}{y}$, e sommando $\omega = \int \frac{azdy}{y}$: ma ω è un arco dato di circolo; dunque se l'integrale $\int \frac{azdy}{y}$ può ridursi, conforme tal fiata addiviene, ad un arco circolare, la curva è del genere delle analitiche, ed in ogni altro caso di quello delle trascendenti. Poste le forze centrali direttamente come le distanze OB, soddisfanno al problema le sezioni coniche riferite al centro, e le stesse curve riguardanti il foco ad un'altra ipotesi di forze in ragion reciproca duplicata delle distanze medesime: la qual legge dalla Natura prescelta regola, come vedremo, i movimenti de'pianeti, e dà norma all'economia dell'Universo. Ma se le impressioni sollecitanti saranno inversamente proporzionali ai cubi de'discostamenti OB, verranno in campo infinite spezie di curve, parte geometriche, e parte meccaniche. La posizione però non è fisica; perchè esse curve anno una proprietà comune di non ritornare in se medesime, e di dilungarsi infinitamente dal centro: con che ci mettono anzi gli occhi un sistema difettoso, che di giorno in giorno si muta, e finalmente si dissipa. C'è un'altra ipotesi in qualche incontro dalla Natura abbracciata, mentre cioè le forze serbano la ra-

la ragione reciproca quadruplicata delle lontananze dal centro. La curva corrispondente al quesito, che la prima ci si presenta, messe in non calere le più composte di malagevole indagine, è la più semplice fra le epicicloidi. Chi bramasse maggior contezza intorno al soggetto, di cui si tratta, ricorra alla Foronomia del dottissimo Jacopo Ermanno, e specialmente all' appendice da lui aggiunta per intiero compimento dell'Opera.

VII.

Nello sciogimento de' più astrusi problemi fa di mestieri, per quanto mai si può, scansare le quantità differenziali, che il primo grado formontano. A me forse prima d'ogni altro è caduto in mente d'avvertire, che le toccanti, e le normali, ovvero le suttangenti, e le sunnormali delle curve, ed altre rette analoghe ricrescono, o scemano con elementi tali, che in se le seconde flussioni implicitamente contengono. Per la qual cosa col valersi a tempo, e luogo di cotali linee si fanno sparire le differenze del secondo ordine, ed io me ne sono servito nella soluzione del problema inverso de' raggi combacianti, cioè dato in qualsivoglia modo il semidiametro osculante, ovvero il co-raggio per una funzione della ordinata, o della curva cercata, descrivere la curva medesima. Queste ricerche sono la base per entrare con piè franco in tutte le quistioni, nelle quali si poggia alle grandezze infinitesime di grado superiore. Nel caso nostro chi ha per le mani le formole de' raggi combacianti libere dalle seconde flussioni, proceda nella seguente maniera. Proroghi il semidiametro osculatore GC, finattantochè tagli in E la toccante BD: ed atteso che la porzione minima BC della trajettoria si confonde coll'arco circolare descritto intorno al centro G alla distanza GB, il doppio rettangolo GC×CE sarà uguale al quadrato della tangente EB, ovvero della curva BC; dunque $\frac{ds^2}{2r} = CE$. Per la somiglianza poi dei triangoli DCE, CBF, come $DC : CE :: CB : BF$, cioè $DC : \frac{ds^2}{2r} :: ds : dx$; dunque $\frac{ds^3}{2rdx} = DC$, e surrogato un tal valore nella formola (3.ª), avremo $n^2 y^2 dx^4 = \frac{ds^3}{rdx}$, o pure

$$(4.ª)\ r = \frac{ds^3}{n^2 y^2 dx^3}.$$

Ora bisogna farsi a maneggiare la cosa per via delle proprietà generali delle curve, ed andar in traccia delle verità geometriche, le quali vanno passo passo di conserva colle fisiche. Dal polo O tirisi la retta OK perpendicolare al raggio combaciante GB, e si rifletta, che i triangoli rettangoli CBF, OBK sono simili; perchè essendo retti gli angoli GBC, OBF,

OBF, se da essi leveremo l'angolo comune GBF, resteranno eguali gli angoli CBF, OBK: e perciò ci si presenterà l'analogismo $BC = ds$: $BF = dx :: OB = y : BK = p$; dunque $y\,dx = p\,ds$, $\frac{y^3 dx^3}{p^3} = ds^3$, e so-

stituita nella formola (4.ª) in cambio di ds^3 l'espressione equivalente, avremo (5.ª) $r = \frac{y}{n^2 f p^3}$, e conseguentemente $f = \frac{y}{n^2 r p^3}$. Sappiasi ora,

che il semidiametro osculante r si espone per la quantità $\frac{y\,dy}{dp}$, e fatta la

surrogazione, troveremo $\frac{y\,dy}{dp} = \frac{y}{n^2 f p^3}$, ovvero $n^2 f\,dy = \frac{dp}{p^3}$: nella qual'

equazione essendo la forza centrale f data in qualsivoglia modo per la distanza $OB = y$, abbiamo le incognite separate, e si passa all'integrazione $n^2 \int f\,dy = c - \frac{1}{2pp}$, non ommessa la costante c, che secondo i casi può es-

ser nulla, positiva, e negativa. Essendo poi come $CB = ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$: $BF = dx :: OB = y : BK = p$, sarà $\frac{y\,dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} = p$, e $\frac{y^2 dx^2}{dx^2 + dy^2} = p^2$,

e nell'ultima formola integrata fatto prima il surrogamento, onde svanisca la spezie p, indi la riduzione, verremo finalmente all'espressione differenziale $dx = \frac{dy}{\sqrt{2cy^2 - 1 - 2n^2 y^2 \int f\,dy}}$.

VIII.

Quì siamo nella giuridizione della Geometria, e dell'Analisi, e conforme la premessa equazione, in cui le due variabili non sono insiememente mistе, e confuse, può generalmente costruirsi per via delle quadrature; così negl'incontri particolari, per distinguere massime le curve meccaniche dalle algebratiche, ci si richiede un qualche sagace artifizio. In questo mentre chi non avesse in pronto le formole de' raggi combacianti, proceda nella seguente maniera. Tirisi la BC corda dell'arco infinitesimo BC, e dal punto O ad essa parallela si conduca la retta OHI, la quale sarà perpendicolare all'uno, ed all'altro semidiametro osculante BG, CG.

Chia-

Chiamata pertanto q la normale OK, ſi noti la ſimilitudine de' due ſettori EBC, KOH naſcente dalla uguaglianza degli angoli EBC, KOH; dunque $OK = q : KH = \frac{dp}{2} :: BE = ds : EC = \frac{dpds}{2q}$. Si dirà fra poco per qual cauſa la lineetta KH ſia ſoltanto la metà, e non l'intera fluſsione dp della variabile $BK = p$. Appreſso KB : BO :: EC : CD, cioè in termini analitici $p : y :: \frac{dpds}{2q} : \frac{ydpds}{2pq}$. Così avremo due diverſe eſpreſsioni della medeſima intercetta CD; la prima geometrica dedotta dal premeſso analogiſmo, la ſeconda fiſica, ſapendoſi altronde, che il doppio ſpazio DC paſſato dal mobile s'agguaglia alla forza ſollecitante moltiplicata nel quadrato del tempo. Per la qual coſa ſarà $DC = \frac{fdt^2}{2} = \frac{ydpds}{2pq}$; ma di ſopra ſi è detto eſſere l'elemento del tempo $dt = nydx = npds$, e perciò $dt^2 = n^2p^2ds^2$; dunque $\frac{n^2fp^2ds^2}{2} = \frac{ydpds}{2pq}$, ed eſpurgata l'equazione, $n^2fqds = \frac{ydp}{p^3}$. Ed eſſendo $BC = ds : CF = dy :: BO = y : OK = q$, ſarà altresì $qds = ydy$; dunque ſoſtituendo $n^2fydy = \frac{ydp}{p^3}$, cioè $n^2fdy = \frac{dp}{p^3}$: lo che dovea trovarſi, e concorda colla formola per mezzo de' raggi oſculanti teſtè ſcoperta.

IX.

A queſto paſſo la ſtrada aſſai lubrica fa, che i poco periti nel maneggiare le quantità infiniteſime maſſime del ſecondo ordine facilmente ſdrucciolino in paralogiſmo: nè ſi creda mica, che ne vadano eſenti i Maeſtri più riputati, e ne potrei addurre frequenti eſempj, ſe non ſi aveſse qualche fiata a riſparmiare la memoria d' uomini oltremodo benemeriti del computo Leibniziano. A me baſta moſtrare a dito i fonti degl'inganni, e mandare il Lettore ad alcune dotte lettere del Sig. Ab. Giuſeppe Suzzi a me indiritte, e ſtampate in Vinegia l'anno 1725, in cui di tal materia magiſtralmente ſi tratta. Per ora io dico, che camminando il mobile per la trajettoria ABC, giunto che ſia al punto B, ſe dalla forza centrale veniſſe abbandonato, ſeguiterebbe il ſuo viaggio per la vera tangente BD con moto uniforme, mantenendo in ſe ſteſso la velocità impreſsa. E ſe così

sì è, fallano di gran lunga coloro, che assumendo la curva siccome un poligono d'infiniti lati, segnano prima l'arco inassegnabile BM, e poscia insegnano a prorogarlo, quasi che avesse esso a coincidere colla toccante BD. Non si avvedono eglino, che ogni qual volta si debbono necessariamente prendere per mano le seconde differenze, la minima curva MB ne contiene infinite, mentre si determini come una flussione del primo grado, e chi s'immagina di prolungarla altro non fa, che protraere la corda MB, cioè a dire una linea retta, che non cade sopra la toccante BD, anzi da questa si discosta, e forma coll'altra corda BC l'angolo NBC eguale all'angolo BGC compreso da due raggi osculanti, ed ambo essi angoli sono in doppia proporzione a quello, ch'è contenuto dalla germana tangente BD, e dalla secante BC. Quinci si confonde la posizione delle due rette BD, BN, e a contrattempo si adeguano le flussioni del secondo genere CN, CD, le quali per essere una doppia dell'altra non ammettono adequazione. E' falso, che l'intercetta NC sia lo spazio trascorso dal mobile nel minimo tempo dt. Essa contiene adequatamente due volte il molto picciolissimo viaggio DC, per cui il corpo si dilunga dalla toccante legittima BD, ed avvicinandosi al centro O, si trattiene nella curva ABC: e siccome tale, per i canoni Galileani s' eguaglia al prodotto della forza sollecitante nel quadrato del tempo, cioè $NC = fdt^2$. Appresso si è dimostrato superiormente, che non sono simili i settori EBC, BGC, e che non il simplo rettangolo GCE, ma il duplicato si adegua al quadrato della tangente EB. Egli è ben vero, che si dà egualità fra gli angoli NBC, BGC, e che se dal polo O si condurrà la retta OR parallela alla corda MB prorogata in N, saranno simili i tre settori SBC, ROH, BGC; laonde la linecta $RH = dp$ sarà la prima differenza intiera della intercetta $BR = p$. Colle premesse avvertenze si scioglie il problema senza pericolo di sbagliare; concios̀siachè sta BC: CN in ragion composta di BC: CS, e di CS: CN: ma BC: CS :: OR: RH, ed in oltre CS: CN :: RB: BO; dunque BC: CN :: OR × RB: RH × BO, ed essendo OR: BO :: FC: CB, avremo BC: CN :: FC × RB: RH × BC, cioè a dire adoprate le analitiche espressioni, $ds : fdt^2 = n^2fp^2ds^2 :: pdy : dpds$, e convertita l'analogia in equazione, $dpds^2 = n^2fp^2ds^2dy$, la qual formola ridotta a dovere ci dà conforme il solito $\frac{dp}{p^2} = n^2fdy$.

X.

Ambedue le posizioni ben maneggiate ci guidano all' esatta soluzione del problema, ma bisogna guardarci di non confonderle, come è stato praticato da alcuni; perchè infallibilmente si cade in paralogismo. Ogni qual volta si trattano soltanto le prime differenze, si assume con fidanza la ipotesi, che le curve sieno tanti poligoni di lati infiniti fra loro diversamente inclinati. In tal incontro le intercette CN, CD, che al secondo ordine degl' in-

infinitesimi apparténgono, quantunque una sia doppia dell'altra, colle fluſsioni CF, FB sono onninamente incomparabili: laonde poco importa il determinare la posítura della tangente, o continuando la lineetta DB, ovvero protraendo o l'una, o l'altra delle due corde infinitamente prossime CB, BM; avvegnachè in ambo i modi risulta un errore impercettibile, e di qualunque dato incomparabilmente minore. Al rovescio quando la proposta quistione ci obbliga a pigliar per mano gli elementi del secondo ordine, affinchè non si corra pericolo di sbagliare, consiglierei, che s'intendesse descritta la trajettoria per via della evoluzione Ugheniana, e si considerasse siccome composta d'innumerabili archetti circolari; conciossiachè se col semidiametro GC io descrivo un arco minimo, esso talmente combagia la fluſsione CB della curva, chè non se ne distacca, salvo che per una quantità infinitesima del terzo genere, conforme dal predetto Signore Abbate Suzzi è stato dimostrato. Quinci nella posizione tanto delle menome rette, quanto delle curve non si può equivocare, e facendo uso delle proprietà del cerchio salve le debite adequazioni, si procederà con sicurezza, almeno finattantochè si maneggiano le seconde differenze; perchè ascendendo alle terze, ed alle quarte ec. ci vuole maggior cautela.

XI.

Mi si dirà forse, che consistendo semplicemente l'errore nelle quantità coefficienti, non se ne dee far molto caso. Rispondo, che nel combinare le formole, e nel dedurre i corollarj spesse fiate le coefficienti passano in esponenti, ed allora l'inganno si fa palese, e ci si affacciano falsità manifeste, ed inesercutabili paralogismi. Diamone un saggio, senza punto dilungarci dall'esempio proposto. Primieramente abbiamo $\frac{ds}{dt} = u$: ma $dt = npdx = npds$; dunque sostituendo $\frac{1}{np} = u$, e conseguentemente la velocità del mobile in qualunque punto B della trajettoria sta in data ragione, ma inversa, della intercetta BK. In secondo luogo essendo $\frac{1}{np} = u$, ovvero $\frac{1}{n^2 p^2} = u^2$; dunque differenziando $-\frac{dp}{n^2 p^3} = udu$: ma per le cose di sopra esposte $\frac{dp}{n^2 p^3} = fdy$; dunque $-fdy = udu$, e sommando $c - \int fdy = \frac{u^2}{2}$.

E perchè queste formole danno regola al caso più semplice, ogni qual volta cioè, tolta di mezzo l'impressione trasversale, il mobile viene stimolato dalla sola forza centrale, e cammina per una linea retta riguardante il centro;

tro; ne segue, che discendendo il corpo dalla medesima sublimità o continui il suo viaggio per la verticale, o pure da un esterno impulso sia obbligato a deviare, e a descrivere una curva, in egual distanza dal centro è sempre fornito d'un pari grado di velocità. In terzo luogo tirata dal punto G all'ordinata OC la perpendicolare GT, pongasi = z la intercetta TC, che suole chiamarsi il co-raggio, e la sottosculatrice. Ed atteso che $\frac{1}{np}$ = u; dunque passando dalle quantità communi ai logaritmi, log. $\frac{1}{np}$ = log. u, e differenziando giusta l'indole di sì fatte grandezze, $-\frac{dp}{p} = \frac{du}{u}$ = $\frac{udu}{u^2}$: ma per una parte conforme le formole concernenti il problema inverso delle sottosculatrici $\frac{dp}{p} = \frac{dy}{z}$, e per l'altra $udu = -fdy$; dunque doppiamente sostituendo $\frac{dy}{z} = \frac{fdy}{uu}$, e conseguentemente $u^2 = fz$: laonde la velocità sarà sempre media proporzionale tra il co-raggio, e la forza centrale. Verificandosi poscia l'analogia GC = r: CT = z:: CB = ds : BF = dx, avremo $\frac{rdx}{ds} = z$, e fatta la surrogazione, onde la spezie z svanisca, $u^2\,ds = fr\,dx$. Ma $ds = udt$, e $dt = nydx$; dunque di bel nuovo sostituendo, avrassi $nu^3ydx = frdx$, ovvero $u^3 = \frac{fr}{ny}$. Per la qual cosa il cubo della velocità si rinviene in ragione composta diretta delle forze, e dei raggi combagianti, e reciproca delle ordinate.

E quì si noti, che assunta una delle superiori equazioni, per esempio $u^2ds = frdx$, coll'aggiungerci il binario in figura di quantità coefficiente, siccome è stato fatto da Scrittori accreditati in due diverse maniere, cioè o col porre $u^2ds = 2frdx$, o pure $u^2ds = frdx$, ci si fanno incontro delle falsità, e delle esorbitanze. Camminando per la strada già battuta, perverremo alle due espressioni $-\frac{2dp}{p} = \frac{du}{u}$, ovvero $-\frac{dp}{2p} = \frac{du}{u}$, e sommando log. $\frac{1}{pp}$ = log. u, log. $\frac{1}{\sqrt{p}}$ = log. u, e facendo transito dai logarit-

ritmi alle grandezze ordinarie, $\frac{1}{pp} = u$, $\frac{1}{\sqrt{p}} = u$. La prima ipotesi ci dà

la velocità nel punto B inversamente come il quadrato della intercetta BK, e la seconda ce la dà in proporzione reciproca dimidiata della intercetta medesima. Son questi due gravissimi paralogismi, che ne chiamano dietro a se degli altri egualmente manifesti nella determinazione delle curve, e delle forze. Ognuno sa, che nella spirale logaritmica le impressioni sollecitanti stanno in ragione inversa dei cubi delle ordinate. Ora facciasi

$\frac{1}{pp} = u$, o $\frac{1}{\sqrt{p}} = u$; onde s'abbia $\frac{1}{p^4} = u^2$, $\frac{1}{p} = u^2$; ma $u^2 = zf$, ed

in conseguenza $\frac{1}{p^4 z} = f$, $\frac{1}{pz} = f$. Nella curva, che abbiamo per le mani, tanto l'intercetta $BK = p$, quanto la sottosculatrice $CT = z$ sono all'applicata $OC = y$ in data costante ragione: dunque $\frac{1}{qy^3} = f$, o pure

$\frac{1}{qy^2} = f$, cioè a dire le forze centrali si rinvengono inversamente, o come

la quinta, o come la seconda dignità delle distanze. Ciò basti per far evidentemente constare, a quali inconvenienti ci guidi il confondere la posizione della tangente BD con quella della secante MBK nel maneggiare le seconde flussioni, e quanto importi l'alterare il valore delle grandezze coefficienti. Ho scelto a bello studio l'addotto esempio, per poterci far sopra alcune avvertenze, che da me sono state giudicate opportune nel malagevole mestiero di adattare alla Fisica l'Analisi, e la Geometria. E sebbene la materia è di sommo rilievo, non si vogliono ad ogni modo moltiplicare gli esempj; perchè in tutto il corso dell'opera molti se ne arrecano.

CAPITOLO OTTAVO

Degli elementi, ch' entrano nei producimenti degli effetti naturali.

I.

SE la natura foſſe un pò più condiſcendente, ed aveſſe la diſcrezione di accomodarſi alla tenue noſtra capacità, facendo uſo nelle ſue operazioni di poche cauſe, e paleſi, e di leggi ſemplici, e ſchiette; ſi potrebbe ſperare col tempo d' avere una ſcienza fiſica in gran parte perfetta, e compiuta. Il punto ſta, ch' egli è d'uopo ſveſtirſi d'un comunal pregiudizio, ed è, che un fenomeno naturale, che ſecondo le occaſioni ci ſi para innanzi, ed a contemplare ſi piglia, ſia un ſolo, ed unico effetto, mentre eſſo per lo più altro non è, ſalvo che una complicazione di parecchi, e diverſi effetti inſiememente accoppiati, e fra loro miſti, e confuſi, i quali traggon l'origine da un compleſſo di varie cagioni dalla Natura, per conſeguir il ſuo fine, ſagacemente congiunte, e quaſi direi incorporate. Le Fiſiche apparenze non devono miſurarſi dalle impreſſioni ſenſibili, che in noi producono, ma bensì dalla ragione, che debbe ſempre ſtar inteſa, ed in ſe raccolta per non incorrere in qualche inganno. Fa di meſtieri dunque ſeparare con accuratezza l'uno dall'altro quegli elementi, ch'anno parte nella generazione dell' effetto, diſgiungere le azioni dalle reazioni, ſegregare la cauſe principali dalle ſecondarie, le intime dall'eſtranee, e quelle, che avvalorano la operazione, dalle altre, che ad eſtenuarla s'impiegano.

II.

Facendomi da capo io diſtinguo i menzionati elementi in due claſſi. La prima contiene quelli, che ci ſono onninamente ſconoſciuti, e che la Natura ſi prende per così eſprimermi, talmente il penſiero di occultarceli, che non ci rimane quaſi ſperanza di ſvilupparli. Pur troppo la coſa frequentemente inter viene, e ciò che più rileva ſi è, che le apparenze, le quali a prima viſta pajono le più ſemplici, e le più triviali, ſieno appunto le più perpleſſe, e le più malagevoli a dilucidarſi. Chi avrebbe mai detto, che i Filoſofi prima di giugnere ad eſplicare la forza di molla, e la gravità, le quali proprietà tanto per le vecchie ſcuole, quanto per le moderne ſono due arcani fin'ora impercettibili, foſſero pervenuti a darci una dimoſtrativa contezza della produzione dei colori dell'arco baleno, che da' Poeti ſi chiama figliuolo della maraviglia? Qualunque volta ſiamo all'oſcuro degli elementi modificanti le cagioni, e dei loro imbrogliati combinamenti, ſi perſuaderà taluno, che in sì fatte indagini ſi getti il tempo, e la fatica.

Ed

Ed io ſchiettamente confeſſo, ch'egli ſpeſſiſſime fiate mal non ſi appone: e queſto reputo io il motivo primario, per cui ſi fa così poco profitto alla giornata nelle fiſiche meditazioni. Non oſtante ciò biſogna farſi coraggio; perchè meſſo da canto quel molto, che in progreſſo ſi ſvelerà interrogando la Natura con replicate eſperienze, la quale non è ſempre ſorda alle noſtre ricerche; non manca qualche metodo ſtraordinario, ed io mi prenderò la cura di ſuggerirne a ſuo luogo due inventati dall'induſtria umana, che in certi caſi difficiliſſimi vengono a feſta. Il primo conſiſte in cogliere ſul fatto la grande Artefice, mentre è obbligata ad operare con la maſſima ſemplicità, cioè a dire nei limiti eſtremi de'ſuoi lavori (*a*). Il ſecondo nel traſportare opportunamente gli effetti naturali, e le leggi, che gli accompagnano ai puri inveſtigamenti geometrici.

III.

Per ora di ciò a ragionare non piglio; e mi rivolgo agli elementi d'un' altra ſpezie, che ſono più alla portata, e de'quali haſſi una ſufficiente cognizione. Suppongo per tanto, che di queſti elementi ſappianſi le leggi, e le affezioni, almanco ſmattantochè ſi conſiderano ſeparatamente, e l'uno dagli altri diſgiunto; perchè quando inſieme s'accoppiano, e ſi meſcono, ſpeſſe fiate riſultano complicazioni tali, cui non può tener dietro il noſtro intelletto, quantunque avvalorato dall'ajuto della più profonda Geometria, e dell'Analiſi più ſublime. Altrove ho avvertito, che la Natura non s'imbarazza mai ne'ſuoi calcoli: laddove la mente umana mal regge ad una perpleſſa combinazione, e dal ſoverchio carico rimane ſopraffatta, ed oppreſſa. In penſando meco medeſimo alle difficoltà, che tratto tratto ci ſi preſentano, e per porci un qualche compenſo dico, che ſi dee progredire paſſo paſſo con metodo eſatto, e rigoroſo. Prima d'ogni altra coſa dai fenomeni più manifeſti, e che ſaltano per così dire agli occhi, ſi procuri di venir in lume della cagion principale, e dominante; atteſo che in qualunque caſo ſovra le altre una ſignoreggia: indi ſi eſamini ſe opera eſſa da ſe ſola, o pure coll'intervento d'altre cauſe ſecondarie, e ſe queſte ſieno coſpiranti, o contrarie, onde accreſcano, o debilitino l'energia della primaria. Dopo ciò fermiamci alquanto a contemplare in ſe ſteſſe le già ſcoperte cagioni, mentre per anco ſtanno ozioſe, o meglio nel cominciamento della loro azione; imperocchè frequentemente principiano ad operare con maggior ſemplicità, e con minore apparato di elementi, di quello ſogliono fare nel proſeguimento. Appreſſo le forze impiegate nella produzione dell'effetto talora perſiſtono intiere, ed alle volte ſi ſeparano in più membri, ed una parte ſe ne ſpende in una operazione, e le altre ſecondo le circoſtanze in lavori affitto diſparati. E quì ſi tenga ſempre a mente la maſſima fondamentale della Fiſica, che tutto il vigore, che ſi traſfonde nel compleſſo degli effet-

(*a*) *Di queſto metodo ne ha parlato non brevemente nel Saggio; ma nella preſente Opera non s'è ritrovato il Capitolo.*

effetti, pareggia quello, che risedeva nell' aggregato delle cagioni, quando gli effetti generati assorbono la totale energia delle cause generatrici. Per ultimo si rifletta, che nella continuazione del viaggio ci si parano innanzi per istrada de' nuovi intoppi, e provengono o dalle varie modificazioni dell' azione, o dalle diverse applicazioni della reazione. Di cotali elementi, che ora ricrescono, ed ora scemano, si dee tener conto, e trasandar non si vogliono, salvo che in que' casi, ne quali arrecano agli effetti una insensibile, e trascurabile alterazione.

IV.

Io mi propongo un' esempio semplice per mettere in chiaro le avvertenze, delle quali ho fatta menzione. Abbiasi il pendolo AB (Fig. 15.) raccomandato al chiodo A, e mettasi la verga AB in sito orizzontale. Ci vuol poco a capire, che la forza operante, la quale incita la ghianda B alla discesa, è quel conato, cui si dà il nome di gravità, e di cui è guarnita la massa B. E' di più manifesto, che nel sito B il peso esercita tutta la sua virtù quanta ella è senza alcuna diminuzione. Ma collocata la verga, o il filo in qualunque positura obbliqua AC, la impressione costante della gravità si parte in due, ed una porzione se ne impiega a stimolare il mobile, e l'altra a tirare il filo AC. Si esprima per la verticale CD uguale al raggio AH il peso costante della ghianda, e s'intenda condotta la toccante CE, cui insista la perpendicolare DE. La forza morta CD acconcia ad operare per la linea del piombo si risolve nelle due equipollenti CE, ED. La prima procedente giusto la direzione dell'arco inassegnabile CK, per cui dee il mobile avanzar cammino, si è quella, che sollecita il corpo grave per il tratto infinitesimo CK, ed accelera il suo movimento. La seconda ED parallela alla linea AC esercita il suo vigore contro la funicella AC, e procura d'allungarla. Abbiamo per tanto sotto gli occhi la causa agente, e la sua distribuzione in due elementi rapportati a due effetti diversi, ed appresso il variamento, al quale passo passo ambo gli elementi soggiacciono. Conciossiacosachè nel punto B il conato intero CD si spende nello stimolare alla discesa la ghianda: ma vassi poi a poco a poco talmente minorando, che nel punto infimo H diventa nullo. All'incontro la forza tirante il filo AB, ch'è nulla nel sito B, in progresso acquista polso, e lena, onde nel punto infimo H pareggia il momento totale della gravità.

Sin quì la cosa ottimamente cammina: ma bisogna inoltrarsi ad esaminare gl' intoppi, che per istrada s'incontrano. E primieramente se la verghetta, o la cordicella AC è fornita di gravità, onde il suo peso a quello della ghianda risponda in una proporzione sensibile; è manifesto, che il pendolo di semplice si trasmuta in composto. Ciò però poco rileva; perchè anco de' pendoli composti ci sono note le leggi. Secondariamente impiegandosi lo sforzo ED nello stirare la funicella, è necessario, ch' essa cedendo, e distendendosi, il pendolo conseguentemente si faccia più lungo, e più lento: e ciò tanto maggiormente, quanto la ghianda s'accosta più al punto H, in cui la verga soffre il massimo stiramento. Per la qual cosa la periferia cir-

circolare BCH degenera in un'altra curva di malagevole indagine, e costruzione, quantunque si pongano siccome cogniti i canoni delle forze elastiche: e quello che peggio si è, ci si muta in mano la proporzione fra i conati impellenti, e tiranti, i quali dall' indole della nuova curva vengono diversamente regolati. S'aggiunga, che colla forza DE stirante la verga, quando la ghianda è dotata di movimento, s'accompagna un altro genere di forza, per cui della verga la distensione s'accresce. Questa è la forza centrifuga, le cui leggi sono state discoperte dall'Ughenio, e che è in ragion composta, diretta duplicata della velocità, ed inversa semplice del raggio osculatore. In terzo luogo la gravità specifica del mezzo, conforme fra poco vedremo, diminuisce l'energia della forza movente; ed oltre ciò va computato un'altro genere di resistenza, per cui il fluido si oppone al moto del solido, e finalmente lo estingue con certe leggi, che anno relazione all'attuale velocità: delle quali leggi, come altrove ho notato, siamo molto all'oscuro.

V.

La Natura sa unire, e contemperare in guisa i mentovati elementi, che ne nasce almeno apparentemente un solo, e semplice effetto, ed è la diuturna reciprocazione del pendolo. Ma se il Geometra si piglierà l'impaccio di soddisfare al problema in tutte le addotte circostanze, si troverà talmente imbarazzato, che non verrà forse a capo. In tal frangente come avrà egli a comportarsi? Sin ora si è preso il giudizioso ripiego di prescindere da tutti quegli elementi, che sono estrinseci alla materia, e turbano così poco l'azione della causa dominante, che possono trascurarsi, ed apportano in pratica errori appena soggetti ai sensi, ai quali non è difficile il mettere un quasi adeguato compenso. Siccome nella Geometria, e nell'Analisi si cancellano francamente quelle grandezze minime, che riguardano le altre con una proporzione minore di qualsisia data; così in Fisica è permesso per una specie di adequazione trasandare certe minute circostanze, che nell' effetto pochissimo influiscono. Nel caso nostro la verga AC si assuma tanto leggiera, e tanto tenace, che nè il suo peso sia comparabile a quel della ghianda, nè sia soggetta a notabile distendimento. Non si defraudi della debita lode l'accuratezza de' Matematici Francesi, i quali trasferitisi nella Laponia, per decidere la gran questione intorno la figura della Terra, giudicarono a tal fine necessario l'accertarsi, se la gravità stimolasse i pesi alla discesa con maggior forza sotto la zona frigida, di quello facesse nella temperata, nè obbliarono le più minute cautele per far l'osservazione con esattezza. Trasportato dunque un pendolo, che in Parigi batteva le seconde, si notò, che per mantenerlo isocrono in Torneo, faccia di mestiere allungarlo alquanto; e perchè non cadesse in sospetto, che il freddo del clima costipando la verga, l'avesse sensibilmente accorciata, si fecero cautamente le osservazioni, ridotta prima l'aria alla temperatura di quella di Francia, lo che si esplorava con un esatto termometro. Circa la re-

reſiſtenza del mezzo, l'aere è così tenue, che pochiſſimo importa il mettere in conto il ſuo fievoliſſimo contraſto, maſſime ſe il pendolo, come ne' noſtri orologj, abbia la ghianda di figura lenticulare, e ſi diſponga a deſcrivere archi piccioli d'un gran cerchio, e preſſochè uguali.

VI.

Ciò ſuppoſto, e levati in tal guiſa gl'intoppi, ſi cammina con paſſo franco. Concioſſiachè nel quadrante ABH l'ordinata FC dinota la impreſſione tangenziale, da cui è ſollecitata la ghianda nel punto C, e l'aſſiſſa AF rappreſenta la forza, che ſtira nel detto punto la funicella. Avraſſi per tanto il prodotto FC × CK = al momento della velocità udu: ma CK : KI : : CA : CF, o in termini analitici $ds : dx : : r : y$; dunque $rdx = yds = udu$, e ſommando $rx = \frac{uu}{2}$, ovvero $\sqrt{2rx} = u$. A bello ſtudio ho nella integrazione ommeſſa l'aggiunta della coſtante, ſiccome ſuperflua; avvegnachè non eſſendoci nella formola differenziale $rdx = udu$ la variabile x, o taluna delle ſue funzioni, l'origine d'eſſa può prenderſi in qualſivoglia punto della verticale AH, per eſempio in F, coll'avvertenza, che la x ſia nulla dirimpetto il punto C, in cui comincia la diſceſa del pendolo. Quinci ſcorrendo la ghianda per l'arco CMH, le celerità nei ſiti M, H ſaranno in dimidiata proporzione delle corriſpondenti aſſiſſe FL, FH. Nella inveſtigazione dei tempi impiegati dal pendolo nel camminare per gli archi CM, CH s'incontra molto maggiore difficoltà. E per darne un ſaggio nel caſo più ſemplice, il moto del pendolo principj nel punto B ſituato nella linea orizzontale AB, e giunta che ſia la ghianda al luogo C, la velocità, che in eſſa riſiede, ſi eſpone per la radice del doppio prodotto BA × AF, cioè $\sqrt{2rx} = u$: ma $u = \frac{ds}{dt}$, e $ds = \frac{rdx}{y}$; dunque $dt = \frac{rdx}{y \times \sqrt{2rx}}$, ed eſſendo $y = \sqrt{rr - xx}$, avremo $dt = \frac{rdx}{\sqrt{2rx} \times \sqrt{rr - xx}} = \frac{rdx}{\sqrt{2r^3 - 2rx^3}}$. Che ſe poi faraſſi $\sqrt{2rx} = z$, dopo le opportune ſoſtituzioni ſarà $dt = \frac{2rdz}{\sqrt{4r^4 - z^4}}$. Non ſi creda, che nelle premeſſe formole gli omogenei di comparazione, che ci danno la miſura del tempo eſpreſſa per x, poſ-

poſſano ſommarſi o coll'ajuto de' logaritmi, e per via delle rettificazioni degli archi circolari. Queſt' integrali poggiano ad un genere ſuperiore di quantità traſcendenti, e ſi coſtruiſcono in rettificando la lemniſcata, curva nota ai Geometri, la cui locale, ed analitica equazione monta al quarto grado. Ed è oſſervabile (lo che non ſo ſe ſia ſtato da altri avvertito) che la curva, per la quale viaggiando un grave ſi accoſta, o ſi dilunga egualmente da un punto dato, dal Leibnizio ſuo inventore chiamata iſocrona paracentrica, e che ſi eſpone per la formola differenziale $\frac{dy}{\sqrt{y}} = \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^3}}$,

meſſa a confronto colla ſcala regolatrice de' tempi ne' pendoli ordinarj, ha con eſſa una così ſtretta relazione, che delineata la prima, facilmente la ſeconda ſi coſtruiſce, ed un problema dall' altro manifeſtamente dipende.

In fatti la formola dei tempi ſi riduce alla ſeguente $dt \times \sqrt{2r} = \frac{rdx}{\sqrt{rx - x^2}}$,

e paragonandola membro per membro colla Lebniziana, ſe faremo $\frac{rdx}{\sqrt{rx - x^2}}$ $= \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^2}}$, lo che ſi ottiene mettendo $r = a$, avraſſi altresì $dt \times \sqrt{2r} = \frac{dy}{\sqrt{y}}$, e ſommando $t \times \sqrt{2r} = 2\sqrt{y}$, , cioè $\frac{rt^2}{2} = y$: con che l' ordinata y della iſocrona paracentrica, aſſunta r ſiccome unità, s'agguaglia alla metà del quadrato del tempo t, che ſi ſpende dal pendolo in traſcorrere l'arco BC corriſpondente all'aſſiſſa $AF = x$. Chi brama una piena contezza intorno la coſtruzione della menzionata curva, ed altre analoghe, ricorra agli Atti di Lipſia dell'anno 1694, e legga attentamente ciò, che in tale propoſito anno ſcritto il celebre Leibnizio, ed i due dottiſſimi Fratelli Jacopo, e Giovanni Bernoulli.

VII.

In queſto mentre non ſi ricerca una tanta indagine, ogni qualvolta ſi va ſemplicemente in traccia dei tempi, che io appellerò relativi, quando cioè ſi paragonano inſieme le durate delle vibrazioni di due pendoli, che deſcrivono archi ſimili. Le ghiande C, c (Fig. 16.) comincino a diſcende-

re da punti analoghi C, *c*, e dopo aver camminato per gli archi ſimili CK, *ck* ſeguitino la loro ſtrada per le fluſſioni altresì ſimili KM, *km*. Ed atteſo che le forze tangenziali ſollecitanti nei ſiti K, *k* ſono pari, i momenti delle velocità *udu*, U*d*U ſaranno come gli archetti KM, *km*, o come i raggi AK, *ak*; dunque $r : R :: udu\ UdU :: u^2 : U^2$, ovvero $\sqrt{r} : \sqrt{R} :: u : U$: ma $u = \frac{KM}{dt}$, ed $U = \frac{km}{dT}$; dunque $u : U :: \sqrt{r} : \sqrt{R} :: \frac{KM}{dt} : \frac{km}{dT} :: \frac{r}{dt} : \frac{R}{dT}$, e conſeguentemente $dt : dT :: t : T :: \sqrt{r} : \sqrt{R}$; laonde le intiere oſcillazioni ſtanno ſempre in ragion dimidiata delle lunghezze dei pendoli. Che ſe i conati della gravità foſſero differenti in diverſo clima (concioſſiachè andando dall'equatore verſo i poli, la forza centrale paſſo paſſo ricreſce) preſi due pendoli di ugual lunghezza, le loro reciprocazioni ſi compiono in tempi tali, che ſono in proporzione inverſa ſudduplicata delle impreſſioni ſollecitanti, cioè $t : T :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Giacchè $fds : Fds :: udu : UdU$, o atteſa l'eguaglianza degli elementi della curva circolare $f : F :: udu : UdU :: u^2 : U^2$; dunque nei punti analoghi $\sqrt{f} : \sqrt{F} :: u : U :: \frac{ds}{dt} : \frac{ds}{dT}$, per conſeguenza $dt : dT :: t : T :: \frac{ds}{\sqrt{f}} : \frac{ds}{\sqrt{F}} :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Raccolgo per via di corollario, che in due pendoli di varia lunghezza, ed animati da differente forza di gravità i tempi ſi trovano eſſere in ragione compoſta, diretta dimidiata dei raggi, e reciproca parimente dimidiata delle forze; laonde $t : T :: \frac{\sqrt{r}}{\sqrt{f}} : \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{F}}$. L'analogia ſi verifica qualunque volta da ambo le ghiande archi ſimili ſi deſcrivono, e ſi verificherebbe in qualſivoglia ſorta di vibrazioni o più eſteſe, o più riſtrette, ſe i pendoli circolari foſſero eſattamente iſocroni. Se la coſa ſteſſe così, ſarebbe d'uopo, che le ordinate al quadrante per eſempio FC L M (Fig. 15.) eſponenti come ho detto, gl'impulſi tangenziali, ed acceleranti nei punti C, M ſi riſpondeſſero fra loro colla medeſima proporzione, con cui ſi riguardano gli archi CH,

C H , M H, dinotanti gli ſpazj da paſſarſi per compiere una ſemi-oſcillazione. E ſebbene d'una tal proprietà il cerchio non è fornito, la quale alla cicloide compete, conforme ha dimoſtrato l'Ughenio; tuttavia qnanto gli archi ſi aſſumono più piccioli, onde le vibrazioni a poco ſpazio ſi ſtendano; tanto più fra eſſi, ed i loro ſeni la proporzione ſi accoſta: a tal che gli ondeggiamenti del pendolo, che i dieci, o dodici gradi non oltrepaſſano, ſono ſenſibilmente di pari durata. Poſta per tanto in non calere la tanto decantata cicloide di malagevole coſtruzione, e ſoggetta ad alcune irregolarità, ſi fa uſo preſentemente dei pendoli circolari di lunga verga, e colle ghiande peſanti, e lavorate a modo di lenti con taglio acuto, per iſcanſare, quanto ſi può, la reſiſtenza dell'aere. E vaglia il vero, s'è poſſibile nel pieno una curva perfettamente ſincrona, di che ho motivo urgente di dubitare, un picciol arco di cerchio fiſicamente la combacia, e con eſſo lei ſi confonde. E ſe la detta curva indarno ſi cerca, non occorre partirſi dalla circolare, la quale meſſe in pratica le addotte precauzioni, ci dà de'tempi una eſatta miſura.

VIII.

Dalle coſe eſpoſte io ricavo la ſeguente illazione. Qualunque ſiata gli elementi, intorno i quali ho preſo a ragionare, ſono eſtrinſeci alla materia, ed altro operano, ſalvo che modificare le cagioni predominanti, giova in qualſivoglia incontro il preſcindere dalle loro azioni, o reazioni ſecondarie, e contemplar la Natura nella ſua maggiore ſemplicità. Sarà vero, che gli effetti mal riſponderanno alle regole da noi ſcoperte, ma ſenza un tale artifizio non giungeremo mai a comprendere le leggi primarie, e fondamentali della Natura. Sapremo almanco, che s'eſſa non foſſe ſraſtornata dagl' impedimenti, che o ſul bel principio, o per iſtrada ſi ſrappongono, opererebbe a norma di que'canoni, che da un retto, e dimoſtrativo diſcorſo le vengon preſcritti. Ella è sì ſattamente legata dalle verità geometriche, e metafiſiche incontraſtabilmente certe, ed avverate, che non può a patto alcuno violarle, perchè ſacendo altrimenti, darebbe di petto nell' impoſſibile, e nella contraddizione: lo che non cada mai in penſiero d' un Uomo ſornito di ragione, e che ha una ſufficiente idea della Sapienza Onnipotente del Creatore. Moſſi i primi paſſi ſi accinga, che ſi promette della ſua lena, a continuare il viaggio, fermandoſi di propoſito ſu tutte quelle minutezze, che in qualſivoglia modo alterano le cagioni, e diverſificano gli effetti. Si guardi però, che luſingandoſi d'avanzar cammino, non torni indietro, ed offuſchi la materia in vece di riſchiararla. Ciò ſovente interviene; perchè poco ſtringe, chi molto abbraccia. Il peggio ſi è, che le regole generali ſi diſtruggono a ſorza di eccettuazioni, e ad ogni caſo particolare un nuovo canone ſi adatta, con che niente mai ſi ſtabiliſce di fermo, e ſi fa di tutto per non ſaper nulla. La ragione d' un tal inganno è paleſe a chi ci pone attenzione; concioſſiachè ſe negli effetti ſpeziali, che ſotto lo ſteſſo genere ſi comprendono, c' entrano degli elementi diverſi, e delle ca-

gioni ſecondarie, di cui ſiamo onninamente all'oſcuro; non è maraviglia, che i fenomeni ſi diverſifichino, e che da alquante particolari eſperienze una legge generale dedur non ſi poſſa.

IX.

Sopra la durezza, e la conſiſtenza de' corpi tutt' ora ſi diſputa. Quello, ch' io ſo di certo ſi è, che nei ſolidi i gradi della fermezza non ſolamente ſono diverſi, ma di più è vario oltre ogni credere il modo, per cui le particelle componenti inſieme ſi connettono, e ſi conglutinano, onde più, e meno alla ſeparazione reſiſtono. Alcuni corpi anno, a guiſa delle corde, le fibre intralciate, come le ſpezie del legno: altri ſono duri, ma fragili, e con un colpo di contrattempo facilmente ſi ſpezzano, e fra queſti ſi annoverano i marmi più fini, il vetro, e le gemme. Se ne trovano degli elaſtici, e degl'inerti, de' tenaci, e de' frangibili, e molti, che ſtanno di mezzo infra due: laonde il contarli tutti, e diſtinguerli nelle loro claſſi, è una faccenda operoſa, ed inutile. In tanta varietà di coſe il Galileo, che colla ſua penetrazione aveva ſcoperti i principi d'una novella diſciplina intorno la reſiſtenza dei ſolidi, ſi appigliò al partito più ſemplice. Soſpendeva egli verticalmente un corpo, a cagion d'eſempio un cilindro colle baſi orizzontali, ed alla parte inferiore ci appiccava un peſo, che a poco a poco accreſciuto giugneva finalmente a ſpezzar la colonnetta. Quando il peſo è ridotto a tale, che con ogni picciola addizione il cilindro ſi rompe, allora l'aggravamento conoſciuto è la preciſa miſura della reſiſtenza del ſolido. Fitto poi eſſo corpo nella parete E F (Fig. 17.) onde ſporga in fuori colla lunghezza ugnale ad A B, dice il Galileo, che la metà del grave C applicata in *b* ſta in equilibrio colla reſiſtenza del cilindro *ab*, il quale ſi ſtrappa dal muro, accreſcendo ogni poco la forza agente. La dimoſtrazione dell'Autor Fiorentino è notiſſima, e libera da qualunque neo, mentre però ſi adotti un ſuppoſto, che la maſſa paziente ſia dotata d'una ſquiſita frangibilità, onde vinta dal peſo la coerenza delle parti, nel tempo ſteſſo le fibre tutte ſi diſgiungano, ed il ſolido in due ſi ſpezzi.

X.

Non parve al Signor Leibnizio di menar buona l'ipoteſi, e negli Atti di Lipſia dell'anno 1684 oſſervò egli, ch'ogni fibrella, per quanto rigida ella ſi finga, prima di romperſi o poco, o troppo ſecondo la propria indole dee ſoggiacere allo ſtiramento. Impegnata la trave A B (Fig. 18.) nel muro E F, e adattato il grave al punto B, avviene, che le fibre ſuperiori A D ſoffrano la maſſima diſtenſione, e che le inferiori, come la G H, tanto meno ſieno ſtirate, quanto più s'accoſtano al punto di appoggio K, in cui nel loro ſtato naturale perſiſtono. Ora ſia il ſolido in procinto di ſcavezzarſi, onde la fibra A D non poſſa più oltre ſenza rottura allungarſi,

e ſi

e si esponga per il quadrato AK la forza valevole a mantenerla in tal positura, egli è manifesto, che la resistenza della fibretta GH si minora per doppio titolo in ragione di AK a GK: primieramente perchè stanno nella detta proporzione le contralleve AK, GK, le quali all'azion del peso fanno contrasto: in secondo luogo perchè essendo giusta il Leibnizio le tensioni AD, GH per una parte come le forze tendenti, e per l'altra come le distanze AK, GK dall'appoggio K, combinate esse ragioni, risultano le resistenze delle fibre AD, GH in proporzione duplicata AK a GK.

Quinci descritto il quadrato bk col lato $ak = AK$, s'io farò come $\overline{ak}^2$: $\overline{gk}^2$: : dg : fg, il punto f, e gli altri similmente determinati saranno alla parabola Apolloniana kfb. E siccome il quadrato bk mi rappresenta la somma di tutte le resistenze della trave AB stirata direttamente dalla potenza Z; così l'area del trilineo parabolico $akfb$ mi mette anzi gli occhi l'aggregato di tutte le resistenze della trave medesima incurvata obbliquamente dal peso C. Ma il predetto trilineo è suttriplo del quadrato bk; dunque se colla tenacità delle fibre tese a dirittura, che tutte ugualmente alla separazione ripugnano, la forza Z sta in equilibrio, una terza parte d'essa, cioè il peso C sarà sufficiente a tener equilibrata la reazione della trave, che per obbliquo si carica. Nasce da ciò, che nella ipotesi del Galileo, strappandosi tutte in una volta le fibre, non va considerata la loro maggiore, o minore tensione AD, GH, ma soltanto i contravvetti AK, GK. Per la qual cosa la scala delle resistenze viene esposta dal triangolo akb, il quale essendo la metà del quadrato bk, dinota, che ci vuole mezza la potenza Z per bilanciare la reazione del solido AB stirato giusta la direzione BC.

XI.

Il celebre Jacopo Bernoulli non contento della vista Leibniziana tentò di ridurla a dovere. S'avvidde egli, che le fibre superiori non ponno distraersi, se nel tempo stesso le inferiori non si costipano. In ordine a ciò hassi a segnare un punto, per esempio I, (Fig. 19.) che faccia figura d'appoggio, e costituisca per un verso il limite alle distensioni, e per l'opposto alle compressioni, onde il triangolo AID ci esponga la scala delle fibre inegualmente stirate, e l'altro HIK la corrispondente delle fibre costipate. E mentre si assumano due canoni, e che le distrazioni sieno proporzionali alle potenze distraenti, e che tali altresì sieno i costipamenti rispetto le forze comprimenti; si maneggia agevolmente la materia, ed a computo si riduce. Ma o io di gran lunga m'inganno, o col portare tropo avanti la cosa nulla si ottiene; perchè gittata a terra la struttura Galileana, una migliore non se ne innalza. Vorrei sapere donde abbiano ricavato i lodati Scrittori, che le tensioni serbano la ragione dei conati tendenti, e che le compressioni altro non sono, se non se negativi stiramenti. Ho dimostrato

il

il contrario in ragionando delle vere leggi dei corpi elastici, ed ho fatto vedere, che in parità di circostanze, quanto le fibre sono più tese, o più compresse; tanto più resistono ad un ulteriore distendimento, e ad una nuova compressione: a tal che se le forze operanti crescono aritmeticamente, colla medesima legge non si aumentano le resistenti. E se così è, le scale dove vanno a terminare le fibre o allungate, o ristrette non sono mica le linee rette I D, I H, ma bensì due curve d'indole differente, essendosi altrove insinuato, che tutti cospiranti son gli elementi, i quali regolano le pressioni, ed in parte contrarj quelli, che danno norma alle distensioni. Ora queste curve avrebbono a costruirsi, equando ciò si conseguisse, con qual artifizio fisserò io il punto I, che separa le distrazioni dai costipamenti, punto, che forse in ogni sorta di materia si diversifica, ed è certamente vario nei differenti generi delle figure. Ad esso si riferiscono le contralleve favorevoli alle tenacità dei solidi, i quali non anno egual ripugnanza ad essere o stirati, o compressi: avvegnachè tal uno più facilmente si stende, ed un altro all'opposto si costipa più prontamente. Per la qual cosa io credo, che in due travi di pari volume, e figura, ma di legno diverso, il punto d'appoggio I non sia egualmente distante dagli estremi A, K, ma in alcuni più alto, ed in altri più basso, secondo la variata robustezza, e tessitura delle fibre componenti. Chi fosse di contraria opinione, e sostenesse, che in ambo i predetti corpi il punto I lo stesso sito occupasse, avrebbe prima ad esaminare le conseguenze, e poscia a consultare gli esperimenti.

Sieno P, p le due potenze valevoli ad equilibrare la tenacità delle travi stirate per diritto, ed espongasi per $\frac{P}{n}$ il peso C, che bilancia obbliquamente la resistenza della trave A B: dico, che il grave c, il quale sta in procinto di rompere l'altra trave ab, deesi esprimere per la frazione $\frac{p}{n}$. Conciossiachè dividendosi dai punti I, i nella medesima maniera le altezze uguali A K, ak, saranno similissime le operazioni dei contravvetti. Appresso, le scale tanto degli stiramenti A I D, aid, quanto delle compressioni H I K, hik saranno analoghe respettivamente alle ordinate A D, ad, H K, hk, avvegnachè a suo luogo ho provato, che le forze elastiche ad una legge generale soggiacciono. Stanti le quali cose accaderebbe, che le potenze P, p atte con ogni picciola aggiunta a svellere i parallelepipedi A B, ab giusto le direzioni K B, kb sarebbono proporzionali ai pesi C, c, che si applicano obbliquamente, e ne equilibrano le consistenze. Ma il fatto si oppone al divisamento, che sembra a prima vista plausibile. E per restarne convinti diasi un' occhiata alle recenti accurate sperienze del Signore Muschembroek, dalle quali palesemente si viene in cognizione, che le analogie fra le potenze P, p, ed i pesi C, c a nessuna regola stabile si sottomettono, e che ad ogni caso particolare una diversa proporzione si adatta. Nè altrimen-

menti può intervenire a cagione degli elementi, che si frammischiano nel progresso dell'opera. E vaglia il vero le due travi A B, *a b* eguali in tutte e tre le lor dimensioni, ma di materia differente, aggravate dai pesi C, *c* diversamente si piegano, e s'incurvano giusto la varia rigidità delle fibre: per la qual cosa le leve K B, *k b* favorevoli ai pesi C, *c* passo passo, ed inegualmente si accorciano, e di conseguenza si muta secondo le occasioni la positura del punto d'appoggio I, e si altera la misura A I della contralleva. Aggiungasi, che nei solidi composti della materia medesima la flessibilità dipende molto dalla sottigliezza, e dalla lunghezza, e ne abbiamo l'esempio nel vetro, che quantunque rigido, e fragile, tirato in tenuissimi fili, piuttosto che scavezzarsi, si ripiega, e s'inarca. Ne voglio trasandare, che nel cominciamento dell'azione il punto, che fa figura d'ipomoclio, sta collocato nel sito superiore A, e che a misura che le fibre maggiormente si stendono, e si costipano, esso a poco a poco discende, sinattantochè si ferma in I, quando tra la forza operante, e la resistente si dà l'equilibrio: anzi se il grave C ogni poco s'accresce, onde le fibre del solido si svellano, il punto I di nuovo cala abbasso, e nell'ultimo strappamento col punto infimo K si congiugne. In oltre abbiasi a mente, che non solo le fibre vicine alla parete E F soffrono o distensione, o costipamento, ma di più tutte le altre, che compongono il solido, tanto maggiormente, o tanto manco, quanto più dal muro si dilungano, ed all estremità G B si avvicinano. Quinci si annoverino fra i problemi di difficilissima indagine, fatto uso massimamente dei veri canoni delle forze elastiche, il descrivere le due curve della superficie superiore, ed inferiore della trave, ed appresso la terza curva, che nell'interno del solido sta nascosta, e separa i stiramenti dalle compressioni. Per ultimo nota l'Ab. Grandi dopo il Viviani, che quando si compara la potenza valevole a rompere un corpo giusta la direzione dell'asse con quella, che s'impiega ad obbliquamente spezzarlo, va messa in computo nel primo caso, e non già nel secondo, la forza di molla, che nell'aere risiede, e che gagliardamente al divellimento si oppone, avendosi nel tempo stesso, e quasi in un colpo, e non successivamente le fibre a strapparsi. Mal può dunque istituirsi il confronto tra i pesi, che si applicano ai solidi per diretto, e per obbliquo, se non si usa la precauzione di sottrarre dai primi quella porzione di forza, che provenendo dalla virtù elastica dell'aria, preme una fibra contro l'altra, e ne aumenta la resistenza. Ma su questo particolare ci mancano le osservazioni.

XII.

In tal positura di cose io mi sottoscrivo al parere del citato Ab. Grandi, il quale conchiude, che la disparità delle opinioni, ed io ci aggiungo la diversità degli elementi, dimostrano appunto, quanto difficil'impresa sia il determinare la vera, e naturale ipotesi, la quale può essere, che in varj casi molto diversa si trovi: e però quanto meglio sia l'astraere da cotesti accidenti, per illustrare teoricamente la materia, che abbiamo per le mani, come ha

fatto

fatto il Galileo, e con esso il Viviani, lasciando ai Pratici osservatori della Natura il mettere in conto quelle differenze, che può recar seco la diversa tessitura, e sortezza, e flessibilità delle fibre in qualsivoglia materia; limitando con esse, o modificando le conclusioni dedotte generalmente da' fondamenti teorici di questa dottrina. In fatti non ostante i premessi intoppi, per la maggior parte stanno salde le verità, ch' io chiamerò relative, mentre cioè si paragonano insieme due corpi della stessa materia, e di differente lunghezza, e grossezza, come due parallelepipedi, o due cilindri. Leggansi i menzionati Scrittori, dai quali vengono dimostrate moltissime proposizioni del pari curiose, ed utili per la Fisica. A cagion d'esempio s'impara con quanta provvidenza la Natura abbia lavorate le ossa degli animali vuote internamente a guisa di canne, e non piuttosto piene, e massiccie; perchè con tal magistero può molto nella leggerezza guadagnarsi, e nulla perdersi nella robustezza.

XIII.

Metto per poco da canto la Fisica, e mi volgo a mostrare, qualmente la teorica delle resistenze dei solidi trova luogo nell' Architettura. Quest' arte, che non dee mai scostarsi dalle leggi preseritte dalla solidità, onde le strutture riescano in tutte le lor parti egualmente forti, e consistenti, è così varia, ed incerta nel determinare le misure dei sopra ornati, i quali alle colonne si addossano, che non si può trarre regola ferma, nè dagli antichi esempj, nè dagli Autori più riputati. L'ufficio principale delle colonne consiste nel sostenere il peso della trabeazione, e questa debbe costruirsi in maniera, che non sia di soverchio carico a se stessa, di modo che l'architrave si fiacchi nel vano dell'intercolunnio. Due mire secondo me ha da prefiggersi l'Architetto: una, che il peso del sopra ornato sia proporzionale alla robustezza dello stipite, il quale essendo negli Ordini gentili sotto pari altezza più scarno di diametro, non consente la retta ragione, che porti tanta soma, quanta alle colonne più grosse si sovrappone: perciò in ragione delle grossezze, o dei quadrati dei diametri delle colonne vogliono stabilirsi i pesi delle trabeazioni: l'altra mira va diretta in procurare, che i sopra ornati in qualunque caso sieno di pari consistenza, lo che dipende in parte dalla lor mole, ed in parte dalla distanza dei sostegni. Ora supposto che due trabeazioni, fra le quali si fa il confronto, si assumano come due solidi di tal natura, che i centri di gravità delle sezioni di mezzo dividano proporzionatamente le loro altezze: lo che non si discosta dal vero, se non se in quanto gli sporti degli architravi, e delle cornici, attesa la varietà degli ornamenti, portano con seco qualche picciola, e trascurabile diversità; chiamo A, a le altezze d' amendue i sopra ornati; G, g le grossezze medie; ed L, l le larghezze, o i vani degl' intercolunnj.

Quinci si cerchi la forza agente, che derivata semplicemente dal peso naturale delle suddette moli, s'adopera per ispezzarle; ed inoltre si determini la resistenza procedente dalla tenacità della materia, che alla rottura

si

si oppone. Giusto le massime del Galileo si misurano le azioni dal peso AF (Fig. 20.) metà di AD avvalorato dalla leva GH metà di GI, ovvero di FC, e conseguentemente sono proporzionali ai due prodotti AGLL, *agll*. Le reazioni poi, supposta la materia omogenea, si espongono per il numero delle fibre componenti la sezione di mezzo EF, o per l'area della sezione medesima corroborata dalla contralleva GF, distanza del centro di gravità G dalla base CD, e perciò si corrispondono in ragione delle quantità AAG, *aag*. Ma ambo le trabeazioni debbono essere di egual consistenza; dunque egli è necessario, che s'istituisca l'analogismo tra le forze operanti, e le resistenti, e sia AGLL: *agll*:: AAG: *aag*, e fatte le debite divisioni LL: *ll*:: A: *a*, o pure L: *l*:: $\sqrt{A}$: $\sqrt{a}$, cioè a dire; perchè i sopra ornati sieno di pari resistenza, fa d'uopo, che le loro altezze serbino la proporzione, che passa fra i quadrati delle larghezze degl'intercolunnj. E giacchè si è detto, che i pesi delle trabeazioni espressi per le tre dimensioni AGL, *agl* anno a proporzionarsi alla robustezza de' stipiti, o ai quadrati dei loro diametri $D^2 : d^2$; dunque AGL: *agl*:: D^2: d^2; ed essendo che le grossezze G, *g* sono come i diametri D: *d*; perciò AL: *al* :: D: *d*. Ma nelle trabeazioni di consistenza pari come L: *l*:: $\sqrt{A}$: $\sqrt{a}$; dunque A$\sqrt{A}$: *a*$\sqrt{a}$:: D: *d*, o pure $A^{\frac{3}{2}} : a^{\frac{3}{2}}$:: $D^{\frac{3}{2}}$: $d^{\frac{3}{2}}$, e finalmente A: *a*:: $D^{\frac{2}{3}}$: $d^{\frac{2}{3}}$. Appresso come A: *a*:: L^3 l^3; dunque L: *l*:: $D^{\frac{1}{3}}$: $d^{\frac{1}{3}}$. Le altezze pertanto dei sopra ornati sono come le radici cubiche dei quadrati de' diametri, ed i vani degl'intercolunnj, come le radici cubiche de' diametri medesimi.

XIV.

Ed ecco messo in chiaro ciò, che richiede la solidità. Poste le colonne di pari altezza, si scopre essere minori le trabeazioni degli Ordini più snelli, e delicati, e minori altresì le larghezze degl' intercolunnj, ma con una proporzione alquanto diversa da quella, che passa fra i diametri degli stipiti. Prendo due colonne alte ugualmente una Dorica di otto diametri, e l'altra Corintia di dieci. I diametri saranno in ragione come 10: 8, ed i loro quadrati come 100: 64. La radice cubica di 100 è prossimamente $4\frac{2}{3}$, e quella di 64 esattamente quattro; dunque l'altezza del sopra ornato Dorico a quella del Corintio dee stare come $4\frac{2}{3}$: 4:: 7: 6. Suole comunemente assegnarsi all'ordine Dorico la trabeazione di due diametri, otto de' quali compongono la colonna compresa la base, ed il capitello

Facciasi dunque come $7 : 6 :: \frac{2}{8} : \frac{x}{10}$, e la ſpezie ignota x ci darà la miſura del ſopra ornato Corintio eſpreſſa in diametri della colonna appropiata a queſt' Ordine, alta diece diametri. Ridotto il computo, ſi ravviſa $x = 2 + \frac{1}{7}$, cioè la trabeazione di due diametri coll'aggiunta della ſettima parte del diametro. Similmente metto a confronto la colonna Dorica di otto con un'altra Jonica di nove diametri, ambe di pari altezza. I loro diametri ſono come $9 : 8$, e conſeguentemente i quadrati come $81 : 64$. La radice cubica di 81 è adequatamente $4\frac{1}{3}$, e 4 quella di 64; dunque come $4\frac{1}{3} : 4$, o come $13 : 12$, così le miſure delle due trabeazioni Dorica, ed Jonica nelle addotte circoſtanze. Per la qual coſa facendo $13 : 12 :: \frac{2}{8} : \frac{x}{9}$, ſi ſcopre il valore di $x = 2 + \frac{1}{13}$, viene a dire il ſopra ornato Jonico giuſto i canoni della ſolidità, contiene due diametri più una parte terzadecima. E perchè nelle facoltà inventate dagli uomini, e maſſime nell'Architettura è lecito di valerſi d'una diſcreta adequazione, avendoſi nel tempo ſteſſo a ſervire alla ſolidità, all'uſo, ed alla euritmia; le miſure ſuperiormente alle trabeazioni aſſegnate con pochiſſimo diſcapito della robuſtezza dell'edifizio poſſon ridurſi alle proſſime aſſai più ſemplici, facendo di due diametri, o di quattro moduli in qualunque Ordine le altezze dei ſopra ornati. Paſſo agl'intercolunnj, e determino a quanto tratto allargar ſi poſſano fra colonna, e colonna. Atteſo che per le coſe dette ſi verificano due analogìe $A : a :: D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}}$, $A : a :: L^2 : l^2$; dunque $D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}} :: L^2 : l^2$, ovvero $D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{1}{3}} :: L : l$: laonde come le radici cubiche dei diametri delle colonne, così le larghezze degl' intercolunnj. Ora ſe ci ſaranno due colonne, una di due, e l'altra d'un piede di diametro, e la prima ſenza riſchio della trabeazione ammetta il maſſimo intercolunnio di ſei moduli, o di ſei piedi; dico, che la ſeconda riceverà l'intercolunnio, non già di tre diametri, o di tre piedi, ma bensì di piedi $4\frac{3}{4}$ proſſimamente; imperocchè come $2 : 1$, così il cubo di ſei $= 216$, a 108, cubo del ſecondo intercolunnio, la cui radice cubica ſi trova eſſere adequatamen-

te

té 4 3/4 . Questa regola di Architettura cavata dai teoremi meccanici, e da

me esposta per far vedere, che bene spesso le verità fisico-matematiche alle arti la norma prescrivono, serve mirabilmente all' uso, ed al comodo: avvegnachè le colonne picciole ci danno agio di allargare i vani degl' intercolunnj, non mica assolutamente, ma in proporzione ai loro diametri: con che nelle logge i passaggi convenientemente si dilatano, ed appresso la congrua distanza fra le colonne viene a sesta nelle strutture delle nicchie, delle porte, e degli altari.

CAPITOLO NONO

Proseguimento della medesima materia.

I.

LA giudiciosa applicazione della Geometria, e dell' Analisi alle fisiche investigazioni richiede indispensabilmente una attenta, ed accurata circospezione nel distinguere, e nel considerare ad uno ad uno quegli elementi, ch' entrano nel producimento degli effetti naturali. Nell' antecedente Capitolo ho tenuto discorso di certe circostanze, dalle quali il Fisico o puote, o debbe prescindere: e ciò per due capi; o perchè sono minime, ed inassegnabili, e siccome tali non si curano, togliendo esse bensì di mezzo una perfetta egualità, ma non già una sensibile adequazione; o perchè ogni qual volta non si trascurano, non ci è conceduto di penetrare nei segreti della Natura, e di svelarne le leggi, ed il meccanismo. Qualmente in maneggiare sì fatti elementi abbia ad adoperarsi il Filosofo, ne ho di sopra recate le regole, e gli esempj. Ora d'altri generi di elementi, e di circostanze a ragionare mi accingo. E prima d'ogni altra cosa qualche fiata ci si parano innanzi alcune particolarità, che ci saltano per così dire agli occhi, e pare, che dissimular non si possano: e pure, quasi che la Natura si pigli piacere in deluderci, e farci andar di traverso, ella le contempra in maniera, che nell'effetto primario nè punto, nè poco influiscono. Per non lasciarci raggirare io penso, che abbiamo ad appigliarci al partito di tener conto dei suddetti elementi, e cavandone destramente le conseguenze, star intesi per qual sentiero ci guidino. Accaderà bene spesso, che quanto più nel cammino ci andiamo inoltrando, tanto maggiormente dal vero ci dilunghiamo; a tal che le nostre illazioni sempre più dai fenomeni manifesti, e dalle sensate sperienze discordino. Dopo ciò senza prenderci la briga d'esaminare, se per sorta nei nostri divisamenti abbiamo sbagliato, mutiamo la posizione, e discorriamo attentamente sullo stesso soggetto, trasandate le assunte circostanze, e se le nostre deduzioni passo passo colle apparenze procedono, e coi lavori della Natura vanno di conserva; segno

è, che i menzionati elementi talmente si modificano vicendevolmente, che non an luogo nell'effetto principale, e che le azioni, e le reazioni secondarie all'opera primaria non appartengono, o almanco guari non la perturbano. Se fosse altrimenti, e l'una, e l'altra strada del pari all'errore ci conducesse, o si peccherebbe nel maneggiare la materia, o nel determinare, e ridurre a computo le circostanze.

II.

Ho considerate le forze centrali nel vuoto: veggiamo cosa succeda nel pieno, a fine di certificarci a quale delle due teoriche la Natura si accosti, e quali leggi ella a se stessa prefigga. Ognuno si persuaderà facilmente, che il vastissimo tratto dei Cieli non sia affatto vano, e privo di qualunque materia, la quale per quanto tenuissima si finga, ciò non ostante al moto de' Pianeti farà un perenne, e continuato contrasto. Ed atteso che la resistenza del mezzo fluido si oppone alla velocità del corpo solido, giusta la direzione del moto, avremo la formola generale $\pm fdy \pm Rds = vdv$. Conforme il solito f significa la forza centrale, dy la flussione della distanza dal centro, R la resistenza, ds l'elemento della trajettoria, e finalmente vdv il momento della celerità, ed i segni del più, e del meno anno relazione ai conati ora centripeti, ed ora centrifughi, ed a varj casi di discesa, e di ascendimento, particolarità accuratamente spiegate dal Sig. Giovanni Bernoulli negli Atti di Lipsia. Richiamiamo a memoria un' altra espressione, che si verifica e nel pieno, e nel vacuo, cioè $fz = vv$, in cui la specie z dinota la sottosculatrice, o il co-raggio. Accoppiate insieme ambo le equazioni ci danno la soluzione del problema diretto: ma per quello concerne l'inverso, che nella presente ispezione verrebbe ad uso, se nella prima espressione si sostituisse il valore di vdv dato per la seconda, cioè $fdz + zdf$, ed in vece di z, e di dz si surrogassero i valori della sottosculatrice, e della sua differenza dati per le funzioni delle coordinate della trajettoria; ci si presenterebbe una formola, che poggia alle terze differenze, in cui non abbiam metodo di separar le variabili. Hassi forse a perdere l'uso dell'equazioni trovate, o contentarsi di applicarle al solo calcolo diretto, e tentare cosa succede in ogni curva particolare? Nulla di ciò: ecco quello, che dee farsi in simili incontri. Sia la curva BCD (Fig. 21.) trascorsa dal mobile nel pieno con una data ipotesi di forza centrale, e di resistenza. AC è l'ordinata, che parte dal centro A, $= y$, CE un arco minimo descritto intorno il punto A $= dx$, CM il raggio osculante, CL il co-raggio $= z$. Dal polo A si tiri la retta AN normale a CM, e si chiami t l'intercetta CN.

III.

Ciò posto, prendo per mano una ipotesi delle più semplici, e mi propongo di determinare le curve infinite, in cui le due flussioni fdy, vdv si rimirano con una proporzione costante. Conciossiachè $vdv : \pm fdy :: a : zb$;

dun-

dunque assunta a siccome unità, $abudu = \pm fdy$, ed integrando $buu = \pm g \pm \int fdy = \pm g \pm p$, messa $p = \int fdy$, la quale sarà data conseguentemente per y, come per la stessa y è data la forza f. Appresso essendo $uu = fz$, sarà altresì $\pm g \pm p = bfz$, o pure $\frac{dy}{z} = \frac{bfdy}{\pm g \pm p} = \frac{bdp}{\pm g \pm p}$,

ma per le cose dimostrate nello scioglimento del problema inverso de' raggi combacianti $\frac{dy}{z} = \frac{dt}{t} = \frac{bdp}{\pm g \pm p}$; dunque sommando per via de' logaritmi, indi facendo transito alle quantità comuni, si scoprirà l'intercetta $CN = t$ data per p, ovvero per y, e si passerà facilmente alla costruzione delle curve cercate.

Corollario.

Che se fosse $\pm fdy = udu$, allora restando il solo termine $Rds = o$; le trajettorie si descriverebbono nel vano; laonde questa maniera di procedere ci suggerisce la formola generale colle variabili separate per le forze centrali in un mezzo non resistente.

SCOLIO I.

IV.

Presentemente limitando l'espressione col porre $f = by^m$, cioè la forza data per qualsivoglia dignità delle distanze, ed ommessa l'aggiunta della costante g nel prendere l'integrale, la premessa analisi c'insegna essere proprietà comune delle nostre curve l'avere la sottosculatrice all'ordinata in ragione costante. In fatti essendo $udu : by^m dy :: 1 : 2b$, cioè $2budu = by^m dy$, sarà integrando $bu^2 = \frac{by^{m+1}}{m+1} = bfz = bby^m z$, vale a dire

$\frac{y}{m+1} = bz$. Sia $\overline{m+1} \times b = c$. Giacchè dunque $y = cz$, avremo

$\frac{dt}{t} = \frac{dy}{z} = \frac{cdy}{y}$, e sommando $t = Ky^c$: si noti essere K una costante ad arbitrio. Per iscoprire l'equazione generale delle curve dalla formola compresa, osservo verificarsi il seguente analogismo $CE = dx : CD = ds :: CN = t : CA = y$; dunque $ydx = + ds = Ky^c ds$, ed in conseguen-

za

za $dx = \frac{Ky^{c-1}dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$. Posto AK asse delle curve, dalla distanza AK=1 descrivasi l'arco di cerchio KFI, ed avrassi AC = y : CE = dx :: AF = 1 : FG = du, e perciò $y\,du = dx$, ed in ordine a ciò $du = \frac{Ky^{c-2}dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$. Sia $Ky^{c-1} = q$, e fatta la debita sostituzione $\frac{1}{c-1} \times du = \frac{dq}{\sqrt{1-qq}}$.

Costruzione.

Facciasi come $c-1$: 1, così l'arco FK all'arco HK, ovvero IK, e tirate le normali HP, IQ, sarà data la relazione dei seni AP, AQ in virtù della equazione $Ky^{c-1} = q$. Variato l'esponente c, si diversifica la natura della curva, e nella espressione generale si contengono, oltre infinite curve meccaniche, altrettante analitiche, fra le quali molte conosciute, come la parabola referita al foco, l'iperbola al centro, il circolo ad un punto preso nella circonferenza, e la più semplice dell'epicicloidi al principio della rotazione. Il caso, in cui è $c=1$, ci dà la spirale logaritmica.

SCOLIO.

V.

Nella ipotesi assunta la formola generale $f\,dy \pm R\,ds = \pm u\,du$ si limita alla seguente $\pm R\,ds = \pm R y^m dy$; ed essendo nelle nostre curve l'elemento $ds = \frac{dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$, troveremo $\frac{\pm R}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}} = \pm A y^m$.

Abbiasi la resistenza in ragion composta della densità del mezzo, e di qualsivoglia potestà della velocità, cioè $R = Du^n$, e giacchè $uu = By^{m+1}$, sarà $u^n = Cy^{\frac{mn+n}{2}}$, e finalmente $\frac{\pm D}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}} = Gy^{\frac{-nm-n+2m}{2}}$. Le lettere A,B,C,G dinotano quantità costanti surrogate in luogo d'altre più composte.

Pri-

Primieramente ſia, giuſta la comune ipoteſi, la reſiſtenza in proporzione duplicata della celerità, cioè $n=2$, e di conſeguenza l'eſponente $\frac{-mn-n+2m}{2}=-1$. Lo ſparire che fa in queſto incontro la ſpezie m indice della forza centrale ſignifica, che in ſua vece ſi può porre qualſiſia numero a piacimento, e ſi raccoglie eſsere proprietà comune delle noſtre curve, che poſta la denſità $D=\frac{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}{y}$, e la reſiſtenza come il quadrato della velocità, verrà ſempre dal mobile deſcritta una medeſima trajettoria, quantunque ſi muti la legge della forza centrale, e ſi prenda o coſtante, o ad arbitrio come qualſivoglia poteſtà della diſtanza. Che ſe foſſe $c=1$, onde l'eſponente $2c-2=0$ faccia diventare coſtante la quantità $\sqrt{1-KKy^{2c-2}}$; allora la curva ſarebbe una ſpirale logaritmica, e la denſità reciprocamente, come la diſtanza. Particolarità maravigliosa ſi è, che nel vuoto, mutata la legge della forza ſollecitante, ſi cambia l'indole della curva: laddove nel pieno può una ſola curva ſoddisfare ad innumerabili ſuppoſizioni.

VI.

In ſecondo luogo ſia la reſiſtenza come la velocità, cioè $n=1$; dunque $\pm\frac{D}{\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}}=\pm Gy^{-\frac{1+m}{2}}$. Se faſſi $m=1$, onde la grandezza $y^{-\frac{1+m}{2}}$ ci rappreſenti l'unità, in tutte le noſtre curve ſarà la denſità come $\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}$, e determinando la formola ad eſprimere la logaritmica ſpirale, la denſità diventa coſtante. Appreſſo ſe la forza centrale nella ſteſſa curva ſarà reciprocamente come la diſtanza, di modo che $m=-1$, anche la denſità ſeguita la legge medeſima: ma in tal caſo la velocità è uniforme, ed il moto per la periferia della trajettoria ſi riduce all' equabile. Ciò ſuccede in tutte le noſtre curve; concioſiachè eſſendo $x=\frac{y}{c}$, e $fx=u^2$, e per il ſuppoſto $f=by^{-2}$, iſtituite le ſurrogazioni troveremo $u^2=\frac{b}{c}$. La denſità poi ſi eſpone per $\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}$ non ſolo nel

ca-

caso menzionato, ma ripetendo la formola

$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2 y^{2c-2}}} = G y^{\frac{-mn-n+2m}{2}}$, ogni qual volta sia costante il secondo membro dell'equazione, e si faccia $-mn-n+2m = 0$: lo che si verifica, quando sia $n = \frac{2m}{m+1}$: a tal che se $m = -2$, sarà $n = 4$; e se $m = -3$, avremo $n = 3$, e così discorrendo. Per ultimo sia costante la forza centrale, ed $m = 0$, rinveniremo

$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2 y^{2c-2}}} = G y^{\frac{-n}{2}}$, e nella suddetta spirale la densità come $y^{\frac{-n}{2}}$.

Non andandoci fatto di sciogliere generalmente il problema, molte altre posizioni particolari assumer potrebbonsi: ma basti il detto fin quì per far comprendere al Fisico Analista, qualmente abbia ad adoperarsi in simili incontri, e per ammonirlo, che spesse fiate interviene, e specialmente nell'esempio proposto, che quanto più duriamo fatica per accostarci al vero meccanismo della natura, computando gli elementi, che secondo noi entrar ci dovebbero; tanto maggiormente dal fatto, e dai fenomeni ci dilunghiamo. Chi si sarebbe mai immaginato, che la teorica delle forze centrali nel vano ottimamente s'accordi colla economia dei moti celesti, e che considerata la cosa nel pieno, ci si facciano incontro leggi incongrue, e strane, e repugnanti alle operazioni della Natura? Segno è, non già che i cieli sieno vuoti d'ogni materia, e che il mezzo fluido non si opponga colla sua inerzia ai giramenti de' Pianeti: ma piuttosto, che l'azione si contempera talmente colla reazione, che ci è permesso di prescindere dalle resistenze. Di ciò altrove parlerò più di proposito.

VII.

In questo mentre mi volgo da un'altra parte, e rifletto sopra un certo genere di elementi, i quali dalla Natura sagacemente in maniera si modificano, che ora operano, ed ora non operano, o per dir meglio ora si manifestano, ed ora si appiattano. L'artifizio consiste in disporli ad un mutuo contrasto, e far sì, che bilanciate scambievolmente le azioni, e le reazioni, non nascano quegli effetti, che tolta di mezzo l'addotta circostanza, o in tutto, o in parte secondo le occorrenze avrebbono necessariamente a prodursi. Per la qual cosa egli è d'uopo ponderare attentamente, se i menzionati elementi sono fra loro o cospiranti, o contrarj; avvegnachè nel primo caso non c'è intoppo, che turbi, o limiti l'operazione: laddove nel se-

ſecondo quella energìa, che nei sforzi vicendevoli si consuma, nell' effetto ſolito, e principale non s'impiega. Veggiamo tutto dì, che un pendolo di molte ghiande fornito, in cui risiede una data forza di gravità, talora secondo la diverſa diſpoſizione dei peſi cammina veloce, e talora lentiſſimo, e qualche fiata ſta ozioſo, ed in una totale quiete. Non si creda, che in tal incontro la gravità dorma: eſſa ſiccome coſtante, ed invariata è guarnita d'una pari vigoria, una porzione della quale ora più grande, ed ora più picciola, e talvolta nulla si ſpende in mettere il pendolo in movimento, facendoſi uſo delle altre parti o nello ſtirare la verga, o in premere verticalmente il ſoſtegno. E quando le ghiande equilibrate ſtanno in ripoſo, allora l'intiero conato della gravità, non nello ſtiramento, o nella ſollecitazione, ma tutto intiero nella ſola preſſione s'impiega.

VIII.

Fra i molti eſempj, che mi ſi parano innanzi, delibero di ſceglierne uno, che mi ſembra il più adattato. (a)

CAPITOLO DECIMO

Del metodo, per cui ſi traducono i Fenomeni ſiſici alle appropriate ragioni geometriche.

I.

IL metodo, di cui a ragionare mi accingo, ſe non è l'ultimo paſſo, che dall' intelletto umano ſi muova, almeno non ci luſinghiamo, che guari ſi poſſa avanzar cammino; concioſſiachè è tanto fino, ed ingegnoſo il giro del diſcorſo, che abbiam bene onde gloriarci eſſere ſtata riſerbata ai noſtri tempi queſta nuova, e mirabile maniera di filoſofare. Quando gli altri mezzi ci abbandonano, e tutti gli artifizj rieſcono ſcarſi, il che pur troppo frequentemente interviene, giova tal volta ricorrere ad un metodo ſtraordinario, parto della noſtra mente, per cui meſſo da canto il legittimo meccaniſmo della Natura, ci appigliamo coraggioſamente al partito di obbligarla quaſi direi ad operare a noſtro ſenno con certe leggi, che da noi le vengon preſcritte. Surrogando per tanto al vero il finto, ed al reale l'immaginato, qualche fiata si ottiene (chiamate però in ſoccorſo l'Analiſi, e la Geometria, ſenza le quali ſcienze indarno si ſpera di far profitto) che ſi

(a) *L' Autore non ha adempiuta la ſua idea, laſciando imperfetto il preſente Capitolo.*

spieghino felicemente parecchi effetti naturali de' più nascosti, ed astrusi, i quali sembrano a prima vista superiori alla umana capacità.

Ma per non deviare dal diritto sentiero nell'uso del metodo, si vogliono addurre alquante necessarie avvertenze. E prima d'ogni altra cosa indispensabilmente fa di mestieri aver alle mani alcuni fenomeni ben avverati, e posti fuori d'ambiguità da replicate incontrastabili esperienze, dai quali dedurre si possano una, o più leggi fondamentali della Natura, che non ammettono eccezione: perchè delle secondarie si dee tener poco conto, siccome di quelle, che non di rado mutate le circostanze, si diversificano. Diceva il famoso Archimede, che se gli fosse assegnato un luogo stabile, su cui potesse fermar immobili le sue macchine, avrebbe egli saputo cacciare dai proprj siti le vaste moli della Terra, e dei Cieli. Non altrimenti, soggiungo io, riescono vani, ed inutili gli sforzi delle nostre meditazioni, mentre non anno, ove fondarsi, ed a qualche base soda, ed inalterabile non si appoggiano; avvegnacchè l'ignoto non ci dà mai, se non se l'ignoto.

II.

Ogni qual volta guardato da tutti i lati il subbietto, non ci va fatto di spiegare con chiarezza i fenomeni, e le leggi, che lo accompagnano, per mezzo dei canoni generali del moto, delle forze, e delle resistenze; allora siamo nel caso di usare il metodo menzionato, e di trasportare gli effetti, e le apparenze fisiche ai teoremi geometrici, ed alle analitiche equazioni, adattando industriosamente le dimostrazioni matematiche a quelle leggi fisse, che gli esperimenti ci somministrano. Cotali delicatissime ricerche non fanno per tutti gl' ingegni, e ci si richiede oltre un gagliardo vigore di fantasia, ed un abito confermato dal costume di reggere ad un lungo filo di ben dedotte conseguenze, anche una superiorità magistrale in tutto ciò, che c'è di più recondito nel vasto giro dei matematici investigamenti. Per la qual cosa rarissimi sono coloro forniti di lena bastante per intraprendere il disastroso viaggio, in cui quanti passi si muovono, altrettanti intoppi s'incontrano. Ci vuole di più una scrupolosa attenzione, perchè non ci escano inavvedutamente di mano certe particolarità, che alla meta divisata speditamente ci guidano, ed appresso una perpetua cautela, per non inciampar tratto tratto, e per non precipitare talvolta in errori inescusabili. Si professa di far sì, che la Natura cangi stato, ed in scambio d'un sistema vero, che attualmente sussiste, un altro se ne introduce, che certamente non è in fatto, e che forse non è possibile. In questo mentre i due sistemi reale, ed immaginario debbono essere talmente concordanti, che i fenomeni del secondo a quei del primo esattamente rispondano: altrimenti a che pro mai per esplicare le fisiche apparenze, valersi d'una posizione, che non cammina di concerto colla Natura, nel tempo stesso, che un tale accordo si è l'unico scopo del nostro metodo? Quinci si raccoglie, ch'esso metodo, siccome mette ogni studio nel rintracciare gli effetti seguitando la scorta delle leggi, da cui vengono regolati; così non è punto sollecito delle cagioni, dalle quali dipendono, nè dal magistero adoprato dalla Natura in produrli.

li. Il motivo si è, perchè utilmente si spende il tempo, e la fatica intorno le verità, che sono starei per dire di nostra giurisdizione; ed all'incontro è vana, ed audace impresa il logorarsi il cervello dietro quelle, che stando presentemente, e forse per l'avvenire nascoste nel seno della Natura, le forze della nostra mente trascendono.

III.

Galileo Galilei avrà senza fallo esaminate con attenzione le sentenze dei Filosofi concernenti la gravità, e con l'accuratezza del suo intelletto avrà fatto ogni tentativo per investigarne le occulte cagioni. Egli però, che non era Uomo da lasciarsi trasportare dall'impeto d'una calda immaginazione, arrischiando conghietture, ed ipotesi posto in non cale lo sconosciuto meccanismo, si è contentato di farne semplicemente palesi le proprietà. A rovescio degli altri Fisici, che tanti discorsi inetti avean fatto sulla natura della gravità, e totalmente ne ignoravano le affezioni, si propose egli di applicarsi con tutto lo studio a tale importantissima inchiesta, per cui ci si manifestano le segrete operazioni della Natura, e servendo mirabilmente alla pratica, reca alle Arti più nobili splendore, ed accrescimento. Corre voce aver Lui, mentre un giorno in Chiesa si tratteneva, osservato a reciprocare una lampada, e messa la mano sul polso essersi accorto numerate le battute dall'arteria, che le vibrazioni nel principio del moto assai grandi, e nel proseguimento molto più picciole, si compivano tutte nel medesimo tempo. Bastò questo tenue barlume agli occhi lincei del Galileo: tanto è vero che una mente discorsiva, e geometrica da cose in apparenza fievolissime sa dedurre conclusioni stupende, ed inaspettate. Dando per tanto una verità mano all'altra, nacque all'improviso una nuova Scienza ignota all'Antichità, su cui si fondano i moderni ritrovamenti, i quali quanto superano i Galileani per la sublimità, altrettanto restano indietro per il pregio della invenzione.

Già si sapeva, che i pesi in piombando abbasso si accelerano, sperimentandosi tanto più gagliarda la percossa, quanto da maggiore altezza discendono: ma niuno s'era per anco pensato d'indagarne le leggi. Si avvide il Filosofo Fiorentino, che i minimi aumenti delle velocità non rispondevano in proporzione alle flussioni degli spazj trascorsi nella caduta; atteso che per compiere qualsivoglia brevissimo viaggio, non ci vorrebbe meno d'una eternità. Conobbe egli adunque doversi ricorrere al tempo, e stabilì siccome un principio, che moto uniformemente accelerato si è quello, nel quale in tempi pari si aggiungono al mobile gradi eguali di velocità, ed in cui conseguentemente, cominciando dal punto di quiete, gli spazj seno in ragione dei quadrati dei tempi, e delle celerità. Crediam noi, che il citato Scrittore fosse mai giunto a darci una compiuta teorica delle discese dei corpi gravi e per le linee del piombo, e per i piani inclinati, e per le superfizie curve, che avrebbe perfezionata la Balistica, e la dottrina dei pendoli tanto utile agli usi civili, e all'Astronomia, e che ci avrebbe arricchiti di tutte quelle cognizioni, che ne' suoi volumi si leggono; s'egli si fosse trattenuto

di proposito a contemplare in se stessa la gravità? Si riponga pure o fra le attrazioni magnetiche, o alla vertigine della materia eterea si attribuisca, ovvero abbia a concepirsi siccome una qualità innata dei corpi, dalla quale verso i loro centri incessantemente vengono spinti, o finalmente come una legge a tutta la materia comune, onde si mantenga fra le parti dell'Universo un mutuo, e perpetuo commerzio; queste, ed altre meditazioni sono belle, ed ingègnose, e senza dubbio anche troppo per il cervello austero del Galileo. A lui bastava soltanto di poter assumere la gravità, lasciate da parte le cagioni, da cui deriva, siccome una forza al mobile continuamente applicata, e costantemente operante per tutto il viaggio, s'ella è uniforme, o almeno per ogni minimo spazio, se i fenomeni la richiedon variabile. Per le quali cose al presente metodo, che conforme ho notato, nell' interno delle operazioni naturali guari non penetra, poco importa, se una sola, o molte cagioni nella produzione dell'effetto s'impiegano, se il meccanismo sia semplice, ovvero composto di parecchi elementi insieme misti, e confusi. Quello, che maggiormente rileva, si è che, gli effetti sieno fermi, ed invariati, e che le leggi moderatrici non vengano nè punto nè poco alterate, perchè succedendo, che la Natura ne'suoi lavori varia, ed inconstante si mostri, ed ora ad una regola, ed ora all'altra si appigli; in sì fatta positura di cose la nostra maniera di filosofare non trova luogo, e fa di mestieri rifuggire a qualche altro metodo; avvegnachè tutte le ricerche fisiche collo stesso artifizio non vogliono essere maneggiate.

IV.

In questo mentre se accadesse mai, il che ci giova sperare, che l'intelletto umano stendendo più oltre i suoi voli, giugnesse a nettamente comprendere un qualche astruso fenomeno del numero di quelli, che a'nostri giorni si giudicano inesplicabili, e a mettere in chiaro non solo le cause, che a generarlo concorrono, ma di più il modo, con cui la Natura vi si adopera intorno; non nego già, che mosso un altro passo, fossero per estendersi i confini del sapere. Con tutto ciò le scoperte massiccie fin ora sagacemente fatte sul piede, in cui sono, si rimarrebbono. Venga al Mondo un Filosofo di genio sublime, il quale non per via di nozioni metafisiche, o d'ipotesi arbitrarie, ma di veri, ed incontrastabili principj meccanici ben applicati, ci mostri a dito la serie degl'impulsi, che passando da corpo a corpo sollecitano all'ingiù le masse pesanti. Ci manifesti distintamente la materia operante, la sua quantità, la sua forza, le sue direzioni, ed oltre ciò la maniera, per cui al grave si comunica il movimento, e qualmente colla reazione il modifichi. Non si dimentichi di qualsisia circostanza appartenente al subbietto, e di tutte le particolarità ci dia una rigorosa dimostrazione. Avrà egli certamente fatto assai: frattanto le verità esposte dal Galileo, dal Borelli, dall'Ughenio, e dagli altri moderni Geometri intieramente sussisteranno, anzi verranno maggiormente confermate, e non mai corrette, o distrutte, accrescendosi in noi il piacere di vederle a nascere dalla loro primitiva origine. E se così è, avranno bensì i nostri Posteri, onde maravi-

gliar-

gliarsi, e forse con ragione, che ci siamo arrestati a mezzo il viaggio, ma non potranno rimproverarci che dal retto sentiero abbiam deviato.

V.

M'inoltro a considerare un'altra prerogativa del metodo, la quale consiste nell'artifizio di ridurre le cose ad una grande semplicità. E vaglia il vero, ad una qualunque cagione o semplice, o di parecchie cagioni, ed elementi formata, la quale non sia conosciuta in se stessa, ma bensì negli effetti da lei con inviolabili leggi prodotti, poco ci vuole ad imporre un nome, chiamandola o gravità, o attrazione, o forza di molla, o virtù magnetica, o che so io. Nè ci dia noja il vocabolo, per cui si dinota piuttosto l'effetto, che la cagione. Ed ogni qual volta giusta le idee popolari, e le comuni nozioni si adoprano con tale circospezione le parole, e se ne restrigne il significato ad esporre l'effetto noto colla debita dipendenza dalla causa ignota; indiscreto è colui, che piatisce ostinatamente sopra una voce, e ce muove querela. Bisogna poi far passaggio dai canoni, che regolano gli effetti, o sia la reazione, a quelli, che danno norma alle cause, o vogliam dire alle azioni. E' così stretta la connessione tra la causa generante, e l'effetto generato, che sebbene non s'intendono le circostanze, ed il modo della produzione, dalla forza però, che risiede nell'effetto, si misura l'energia, che dalla cagione nel produrlo s'impiega. Affermando io, che un grave naturalmente discende, esprimo con chiarezza ciò, che in fatto succede, e adombro nel tempo stesso oscuratamente la cagione nascosta sotto il velo d'una parola, appellandola gravità. Ma quando dall'esperienza mi vengono notificate le leggi della caduta, agevolmente arrivo a comprendere l'andamento degl'impulsi passo passo al mobile comunicati. Cominci il peso A (Fig. 22.) a piombare all'ingiù per la verticale AB, e si sappia, che in ogni punto C si trova animato dalle velocità esposte per le ordinate CD della curva data ADG. Atteso che la forza viva, che risiede nel mobile giunto che sia al sito C, ci viene rappresentata da una grandezza proporzionale al quadrato della velocità $CD = u^2$; da ciò si conosce quanta forza nell'effetto si trasfonda dalla cagione. E perchè l'impeto si acquista a gradi, e tanto più si aumenta, quanto il grave avanza cammino, movendosi un passo per lo spazio inassegnabile $cC = ds$, si accrescerà la velocità per la fluzione $ID = du$, e conseguentemente anco la forza viva per il momento della celerità moltiplicato nella massa, o per il prodotto $mudu$. Se dunque si ha da mantener ferma la corrispondenza tra la causa, e l'effetto; egli è necessario, che la gravità contrassegnata per la linea $ec = f$ accompagnando il corpo e sollecitàndolo uniformemente per il tratto infinitesimo c C, vinca l'inerzia di esso, coll'aggiungerci una minima impressione equivalente all'accrescimento della forza novellamente guadagnata. Per la qual cosa avremo $ec \times cC = fds = mudu$, ed integrando $\int fds = \frac{mu^2}{2}$. Quinci descritta la curva FEH colla condizione

che

che le doppie aree AceF, ACEF sieno eguali alle respettive quantità $m \times \overline{cd}^2$ $m \times \overline{CD}^2$; la predetta curva ci mostrerà la scala delle forze acceleranti, e le menzionate aree ci metteranno sotto gli occhi gli aggregati degl' innumerabili impulsi successivamente dalla gravità al mobile partecipati, onde dalle azioni d una forza morta quantunque minime, ma infinitamente replicate, la forza viva si generi.

VI.

Appresso per maggiore semplicità bene spesso si finge, e si considera la Natura siccome operante nel vano. Veramente questa si è una pura finzione, ma tale, che ben usata ci guida per un sentiero più corto, e meno intralciato alla verità. Ogni qual volta i fenomeni piglian la norma da leggi ferme, ed immutabili (perchè altrimenti conforme ho gia detto, ed ora lo replico, infruttuosamente al metodo si ricorre) può intervenire, che due, o più elementi fra loro contrarj di forza, e di direzione talmente si contemperino, che dopo le vicendevoli azioni, e reazioni, come se non ci fossero, nulla rimanga, almeno per quello appartiene all'effetto principale, e che un altra cagione nel tempo stesso del pari impedita, ed avvalorata, eserciti liberamente il suo intiero vigore. In sì fatte circostanze si trascurano francamente quegli elementi, che non lasciano di se alcun vestigio, e le forze agenti, che nel produrre gli effetti s'impiegano, si misurano, e si computano, come se per uno spazio vuoto operassero. Sciolga una nave dal lido a vele piene sospinta dal vento, che soffia con egual gagliardia: egli è certo, che il moto del vascello s'anderà passo passo accelerando, finattantochè la forza dell'aere nelle vele raccolta supera la resistenza dell'acqua, che non può essere cacciata fuori di luogo senza contrasto. Ma perchè quanto la nave cammina più pronta, tanto più per una parte si sottragge all'urto del vento, e ne riceve una minore impressione, e per l'altra tanto più ricresce la ripugnanza dell'acqua obbligata a cedere con maggiore velocità; egli è necessario, che le due forze da principio ineguali, scemando la più grande, ed aumentandosi la più picciola, in progresso all'equilibrio pervengano. Ed in tale stato avranno a perseverare, mentre non si diversifichino le circostanze; conciossiachè le spinte istantance, che dal vento successivamente si comunicano al vascello, dalla reazione dell'acqua vengono bilanciate; laonde non ne nasce effetto di sorta, per quello concerne l'accelerazione, o il ritardamento della nave, la quale proseguisce il suo viaggio con moto equabile in virtù dell'impeto già conceputo. Ora tolta di mezzo l'aria, e l'acqua, ed estinti gl'impulsi, che per mezzo del corpo del vascello passavano da un fluido all'altro, la forza partecipata al mobile, che in esso risiede, e si conserva non essendoci agente esterno, che la diminuisca, o l'accresca, farà sì, che la nave seguiti a correre per lo spazio vano, ed indefinito colla stessa velocità, e colla medesima direzione. Quinci il supposto quantunque

fini-

finto, al vero però equivalente, ed immune da ogni errore ci ſervirà per ſegnare la ſtrada, e miſurare eſattamente il cammino.

VII.

Diaſi frattanto, che dagli elementi o coſpiranti, o contrarj venga in qualunque maniera alterata, e modificata l'economia delle cauſe principali, ſe non oſtante ciò gli effetti a leggi ferme, e coſtanti ſi ravviſano ſottopoſti, il noſtro metodo c'inſegna a riflettere ſemplicemente ſul compleſſo, o meglio ſul reſiduo delle cagioni operanti, mettendo in non cale quelle forze, ch'io chiamo ſecondarie, le quali fra loro contraſtandoſi in altri uſi ſi ſpendono, e nell'effetto primario, di cui ſi va in traccia, non influiſcono. In cotali malagevoli ricerche tutto l'artifizio conſiſte nel farſi di propoſito ad inveſtigare la legge ſpeziale di forze atta nata a produrre nel vacuo quegli ſteſſi effetti, e quella ſerie di fenomeni, che nel pieno ſi oſſervano. Ottenuto ciò, che ſenz'attenzione, e ſagacità non ſi ottiene, ci ſi preſentano a ſolla le conſeguenze, ed una verità naſcendo dall'altra, cioè le più compoſte dalle più ſemplici, ſi vede chiaro abbaſtanza, onde dilucidar la materia, quantunque non s'abbiano ſotto gli occhi le circoſtanze tutte, e l'intiero apparato di azioni, e di reazioni poſto in opera dalla Natura. Ci vuole ſenza dubbio un più lungo filo di raziocinj per intendere gli effetti complicati di contraſti, e di oppoſizioni, ed uno molto più breve, quando dalle reſiſtenze ſi preſcinde, e s'iſtituiſcono i computi ſulla ſola porzione di forza, che nell'effetto principale unicamente s'impiega.

VIII.

So bene anch'io, che chi poteſſe tener conto d'ogni elemento, deſcrivendo a parte a parte il meccaniſmo della Natura con tutte le leggi primarie, ed acceſſorie, dall'aggregato delle quali, e dal loro temperamento l'opera finalmente a perfezione ſi riduce; non dovrebbe valerſi certamente dei metodi artifiziali, e ſuccedanei, traſportando la coſa dal pieno al vuoto, e dal fiſico al geometrico. Ma forſe non è ancor nato, e ſtenterà forſe a naſcere colui, al quale ſia dato in ſorte il poggiar tant'alto. E quì bramerei, che il Lettore richiamaſſe a memoria, che intorno le reſiſtenze anno ſcritto diffuſamente i più profondi Matematici de' noſtri tempi, e ſe ſi dee parlare ſinceramente, con pochiſſimo profitto: perchè le loro teoriche, ſebbene ſottili, ed appoggiate ai canoni della interior Geometria, in neſſun modo s'accordano coi fenomeni Ho dimoſtrato altrove eſſere incoſtante, e variabile, e rinſerrata fra certi limiti quella ſpezie di reſiſtenza, che ſemplicemente proviene dalla inerzia della materia; e ſe vi ſi aggiungono le altre due procedenti dalla tenacità, e dal ſregamento, delle quali non ſono per anco poſte le leggi fuori di ambiguità, s'imbroglia talmente la faccenda, e ſi miſchiano, e ſi confondono gli elementi, che non ſe ne ſa trovare nè capo, nè via. I dati ci ſi cambiano in mano, i calcoli differenziale, e ſommatorio ci abbandonano, e la fantaſia umana reſta ſopraffatta dalla molti-

tu-

tudine delle circoſtanze, e delle leggi inſiememente confuſe, ed incorporate.

In queſto mentre la Natura, che ne' ſuoi computi non s'imbarazza, e con pari franchezza nelle ſue fatture o ſemplici, o compoſte ſi adopera, frequentemente dalla unione di parecchi elementi miſti, ed intralciati ſa ricavare effetti ſemplici, e regolati, e da leggi ſtabili moderati. Ora ſe queſte leggi per via di accurate ſperienze ci ſi rendono manifeſte, dimando qual partito ſi deggia prendere. Abbiamo forſe a ſviluppare ad uno ad uno i predetti elementi, per farci ſtrada alle loro imbrogliatiſſime combinazioni, onde ſi pervenga finalmente a cogliere la Natura ſto per dire ſul fatto, e a diciferare il ſuo recondito magiſtero? Lo ſforzo ſarebbe grande, e ſublime, ma niuno, cred'io, ſi coſtituirà mallevadore della buona riuſcita; perchè ci ſmarriremo a mezzo il cammino, allontanandoci ſempre più dalla meta, quando ci parerà d'eſſere più proſſimi ad afferrarla. Dobbiamo forſe laſciare la coſa intatta, e traſandarla ſiccome ſuperiore alla noſtra capacità; o pure conforme tutto dì ſi pratica, ſervirci di frivole conghietture, e d'ipoteſi mal fondate? Nulla di ciò; avvegnachè il noſtro metodo opportunamente ci ſoccorre, e ci addita il modo, almeno per quanto ſi può, di ben maneggiare il ſoggetto. Ne abbiamo un eſempio nella teorica Nevvtoniana dei moti celeſti, col quale meglio aſſai, che colle parole ſi mette in chiaro la maſſima. (a)

IX.

Due coſe ancora reſtano a dirſi in propoſito del metodo, che vo proliſſamente ſpiegando. La prima ſi è, che quanti più dati abbiamo alle mani, con tanta maggior franchezza s'entra nella propoſta materia; conciòſſiachè col numero dei dati va del pari quel delle leggi, ed ogni dato, ed ogni legge è feconda di conſeguenze. Queſte derivanſi non ſolo da qualunque fenomeno in particolare, ma di vantaggio molte, e molte dai loro diverſi combinamenti: per la qual coſa sbucando da varie ſorgenti, e diramandoſi per varie vene la verità, ci ſi affacciano parecchi teoremi, che ben dedotti, e ben dimoſtrati ci danno materia per un compiuto Trattato. Biſogna confeſſare frattanto avvenir di rado, che ci vengano da ſicuri, ed irrefragabili eſperimenti ſomminiſtrati tanti fenomeni, e tanti canoni, i quali baſtino, perchè nel ſubbietto nulla reſti a deſiderarſi. Molte verità alla giornata ſi ſvelano, e molte più nel bujo rimangonſi o per mancanza dei dati, o per difetto di attenzione nell' applicarli. E ſe così è, le noſtre ſcoperte ſervono ad abbreviare la ſtrada a quei, che verranno, i quali non avranno a principiare dove abbiam cominciato noi, ma bensì dove abbiamo finito.

Nel

(a) *Di ciò ha trattato l' Autore nel Saggio intorno il Siſtema dell' Univerſo, Lib. II. Part. I. Cap. V. VI. VII.*

Nel ſiſtema dei moti celeſti non anderanno eglino in traccia del canone dei tempi parziali, o di quello dei periodici, ambo manifeſtati dal Keplero, nè della legge delle forze centrali determinate dal Cavalier Nevvton in ragione reciproca duplicata delle diſtanze, nè di qualche altra proprietà dai Moderni fatta paleſe. Dovranno bensì affaticarſi, ſe pure riuſcirà loro l'intento, in ridurre a regole ferme certi fenomeni, quali preſentemente di voler ſottoporſi ad alcuna legge non moſtrano. Cotali ſono le eccentricità dei Pianeti, i tempi delle rivoluzioni intorno gli aſſi, e le inclinazioni degli aſſi medeſimi al piano delle loro particolari ecclittiche, e di queſte alla terreſtre, o piuttoſto all'equatore ſolare con molte altre particolarità, di cui mal ſi rende ragione o per via di congruenze, o per via delle cagioni finali. E'noſtra diſgrazia, che delle mille coſe una a fatica ſe ne ſa, e le reſtanti tutte profondamente s'ignorano. Abbiamo intanto onde raſſicurarci in riflettendo, che ciò, che da Noi preſentemente non ſi comprende, non arreca pregiudizio di ſorta alcuna a quelle ſincere cognizioni, che a forza di ſtento, e di ſtudio appoco appoco ci ſiamo acquiſtate. Potrebbe eſſere, che con l'ajuto di nuovi dati ſi manifeſtaſſero dei canoni per anco occulti, i quali forſe o per via di dipendenza, ovvero di concomitanza foſſero ſtrettamente conneſſi con quelli, che ſono già conoſciuti. Frequentemente accade, che le verità naturalmente legate inſieme o ſuſſiſtono ſeparate nell'intelletto umano, che non ne diſcerne l'attacco, o pure ſe ne ſappia una ſola, e non le compagne; perchè ci mancano i mezzi di rintracciarle. Ma ſe avanzando cammino, ſi vede com' eſſe verità dianſi la mano ſcambievolmente; allora perſiſtendo intatte le per avanti cognite, una novella luce ſulla materia viene a diffonderſi.

Prima che l'incomparabile Cavalier Nevvton c'inſegnaſſe, che le forze, dalle quali ſono obbligati i Pianeti a trattenerſi nelle loro orbite, tanto decreſcono, quanto ſi aumentano i quadrati delle reſpettive lontananze dal centro comune, era noto il canone del Keplero concernente i tempi periodici ricreſcenti in ragione ſeſquiplicata delle diſtanze medeſime. Si ſapeva il fenomeno, e della cauſa eravamo onninamente all'oſcuro: anzi non eſſendo la proporzione dalla Natura preſcelta del genere di quelle più ſemplici, di cui ſuole la noſtra mente appagarſi, ſi difficoltava per queſto capo l'inveſtigamento della cagione. Ora ſi capiſce chiaramente, che la regola del Keplero ſi è una conſeguenza della legge Nevvtoniana. All'incontro io reſto ſopraffatto dal modo in apparenza irregolare, con cui procedono le eccentricità dei Pianeti, e le proporzioni fra gli aſſi delle curve ellittiche. Quì certamente ci ſta naſcoſto un qualche arcano, di cui non abbiamo la chiave; mentre chi poteſſe penetrare nei ſecreti ripoſtigli della Natura, ci ſi affaccerebbe un ordine ſtupendo di coſe affatto alieno, e remoto dai noſtri concepimenti.

X.

Do compimento a' miei ragionari ſul noſtro metodo con l'ultima avvertenza. Sta eſſo in qualche modo di mezzo fra le poſizioni puramente

geometriche, o meccaniche, e le ipoteſi fiſiche degli Atomiſti, e dei Carteſiani. Va del pari con quelle nel fine, che ſi prefigge, di corriſpondere alle apparenze, e ai fenomeni; e cammina di concerto con queſte, perchè ſi appoggia a' principj fiſici. Delle ſeconde non farò preſentemente parola, avendone trattato a lungo in un capitolo a parte: dirò ſoltanto, che i Filoſofi ipotetici troppo preſumono, quando ci vogliono far vedere con gli occhi della fantaſia il principio, il progreſſo, ed il compimento delle operazioni della Natura. Sotto la rubrica delle prime io colloco le vecchie, e le nuove teoriche dei Pianeti, e le coſtruzioni matematiche, che ſervono all'Aſtronomia, nelle quali con replicati tentativi di molti ſecoli ora correggendole, ora modificandole, ed ora mutandole, finalmente ſi è conſeguito, ſe pure ſi è conſeguito, che le tavole indi dedotte non diſcordino gran fatto dal Cielo. Biſogna però confeſſare, ch'eſſe ſono totalmente aliene dalla Fiſica, e che intese a ſoddisfare alle ſole apparenze non ſi curano nè punto, nè poco di tener dietro al meccaniſmo della Natura, e d'inveſtigarne le leggi. Alle affezioni geometriche aggiunganſi le ſtrutture meccaniche lavorate, acciocchè preſtino un pari uffizio. Si conſerva tuttavia la memoria della ſtupenda ſfera vitrea d'Archimede rappreſentante in breve giro i moti celeſti, e benchè l'artifizio della ingegnoſa fabbrichetta non ſia pervenuto a noſtra contezza, poſſiamo però ſupplire alla perdita colle moderne invenzioni. Raccordo la macchina di Criſtiano Ughenio, la quale ci mette anzi gli occhi le rivoluzioni de' Pianeti ſecondarj, che Giove, e Saturno circondano. E fra tutte le altre, che annoverar ſi potrebbono, non è da porre in dimenticanza l'eſattiſſimo plano-ſferologio, opera del celebre Bernardo Facini Veneto ad uſo, e diletto della Ser.ma Dorotea Sofia Conteſſa Palatina del Reno, e Ducheſſa di Parma, e Piacenza: nel quale ordigno, oltre i giri del primo mobile, e delle ſtelle più coſpicue del firmamento, ſi dimoſtrano colle loro anomalie i rivolgimenti del Sole, e della Luna. Queſt' oriuolo maraviglioſo è compoſto di molle, di ruote, di perni, di pendoli, di coclee, e che ſo io, organi, che certamente non an luogo in Cielo, nè la meccanica dello ſtromento ha punto, che fare con quella della Natura. Non oſtante ciò, ſe la picciola macchinetta è una immagine in compendio delle celeſti viciſſitudini, ed i ſuoi movimenti a quei dei Pianeti, e delle ſtelle fiſſe compiutamente riſpondono, camminando eſſa paſſo paſſo col Cielo, e ſegnando fedelmente i circuiti, i tempi, e le faſi dei corpi ſuperiori, ſi giudica ridotta all'ultima ſua perfezione. Il noſtro metodo ſi diſcoſta egualmente dall'uno, e dall'altro eſtremo; concioſſiachè per una parte non è così ardito di fondare la ſcienza delle coſe naturali ſopra ipoteſi immaginate a capriccio; e per l'altra non ſi contenta di ſalvare ſemplicemente le apparenze, ma va in traccia delle leggi fiſiche, dalle quali prendon la norma i fenomeni.

CAPITOLO UNDECIMO

Delle Ipoteſi.

I.

LUnga ſtagione io ſono ſtato perpleſſo, in che pregio aveſſe a tenerſi il metodo, che nei naturali inveſtigamenti procede per via d' ipoteſi, e che nel paſſato ſecolo con eſorbitante piena ha innondata l'Europa tutta, e maſſimamente la Francia, da che cominciarono a gittar profonde radici le due Sette affatto ipotetiche de' Gaſſendiſti, e de' Carteſiani. Si ſarebbe preſervata dal comune contaminamento l'Italia, ſe dietro l'orme del Galileo ſi foſſe attenuta alla maſſima ſoda, e fondamentale, che le ipoteſi ſono belle, ed ingegnoſe, ma per lo più non dimoſtrate, nè dimoſtrabili. Confeſſo di buona fede, che molti de' noſtri ſi ſono laſciati traſportare a ſeconda della corrente: ma per non defraudare la mia nazione della debita lode, deggio dire altresì, che i noſtrali a confronto degli ſtranieri ſono ſtati aſſai più parchi e circoſpetti nel fabbricare caſtelli in aria, ed in allentare la briglia alla fantaſia. Legganſi in prova di ciò il Torricelli, il Borelli, il Malpighi, il Montanari, il Bellini, il Redi, e parecchj altri ch' io traſando, per non ordire un lungo catalogo. Dappoichè vennero alla luce le opere maravigliose del Cavalier Iſacco Nevvton, ſi avviddero gl' Ingleſi eſſerci una maniera più eſatta, e più ſolida di filoſofare, e cominciarono a diſguſtarſi delle ipoteſi: ſe pure le anno quanto baſta abbandonate di che per ora non ſo parola. Veggaſi la bella prefazione del celebre Ruggiero Cottes poſta in fronte ai Principj matematici della Filoſofia naturale del lodato Cavalier Nevvton, in cui ſi approva il metodo inſegnato e meſſo in pratica dal Galileo.

Per lavorare una ipoteſi intorno qualche fenomeno, che ci ſi preſenti, e di cui ſi voglia tentare la ſpiegazione, egli è d' uopo formarſi in teſta, e ben concepire una ſtruttura puramente meccanica, la quale al caſo eſattamente ſi adatti, ed alle apparenze riſponda colla debita puntualità: a tal che ſe di eſſa ſi foſſe ſervita la Natura naſcerebbono gli ſteſſi effetti colle circoſtanze medeſime, che in fatto ſi oſſervano. Queſta foggia di maneggiare i problemi della Fiſica a primo aſpetto è così ſemplice, e tanto confacente alla noſtra immaginazione, che pare non poterſi deſiderar di vantaggio. Per la qual coſa non facciamo le maraviglie ſe l'indicato metodo abbia avuto, e credito, e ſpaccio, e ſe tuttavia ſi mantiene in riputazione, concioſſiachè l' intelletto umano prova una gran compiacenza, mentre ſi luſinga d'andar di pari colla Natura, anzi quaſi direi di prevenirla, moſtrando a dito qualmente poteva ella, e dovea adoperarſi ne' ſuoi lavori, e diriggere le ſue più ſegrete operazioni. Aſſeriſco pertanto, che nelle fiſi-

che investigazioni le ipotesi, quantunque non dimostrate, nè dimostrabili, si condanneranno sempre, e sempre si riterranno. Io per me non ho coraggio di totalmente bandirle: m'ingegnerò soltanto, se mi riuscirà la faccenda, di ridurle a dovere, onde si adoprino con cautela, e con discrezione. Perciò mostrerò il buon uso, che può farsene, e da quali circospezioni vogliano essere accompagnate: indi metterò in vista gli abusi, che fatalmente si sono introdotti, ed anno convertita la Fisica in una spezie di romanzo.

II.

Sovente accade, che da una teorica, per altro ben avverata colle sperienze, e coi raziocinj, si ricavano conseguenze, le quali sembrano strane, e maravigliose, e facendo forza alla fantasia lasciano la mente inquieta, e perplessa. Talvolta ancora contro ad essa si mette in campo qualche eccezione, o difficoltà, di cui non si vede chiara la soluzione. In questi incontri non si può condannare l'uso moderato di qualche semplice ipotesi, la quale metta in calma la fantasia, e ci adombri un modo, onde si dilegui la proposta difficoltà. L'ipotesi, quantunque congrua, e naturale, non si vuol ricevere come vera, ma soltanto come acconcia per liberarci da que' sospetti, che ritrar ci potrebbero dall' abbracciare la ben fondata teorica.

Dall'ipotesi Copernicana discendea per legittima conseguenza, che le stelle fisse doveano essere collocate in un'immensa incomprensibil distanza dal nostro globo, la quale veniva da' suoi contradditori rinfacciata, siccome un patente assurdo. Ad allontanare una difficoltà, ch'è tutta dell' immaginativa, basta con una semplice ipotesi, siccome ha fatto il rinomato Cristiano Ughenio, supporre, che il Sole, e la Stella Sirio, sieno eguali, e di luce egualmente vigorosa forniti.

Essendo suor di dubbio, che le Stelle fisse son tanti Soli di luce propria risplendenti, si cerca quanto dalla Terra abbia a rimuoversi il Sole, onde faccia in noi una impressione simile a quella di Sirio. Il lodato Scrittore volto a ritroso un lungo tubo ottico, si avvide, che l'immagine solare ricevuta nella retina non si diminuiva abbastanza. Perciò applicati al cannocchiale alquanti microscopj più, e meno acuti, dopo varj tentativi s'avvenne in una combinazione di vetri, per cui a giudizio del senso vedeva sotto il medesimo aspetto il Sole di giorno, e Sirio di notte. Ridotto il computo dai teoremi noti della Diottrica, dalla lontananza apparente, e calcolata del Sole dedusse quella di Sirio. Quantunque l'ipotesi non ci dia di gran lunga la misura esatta; serve però alla principal intenzione di farci comprendere la sterminata distanza fra noi, e le Selle fisse. La qual osservazione fa disparire interamente la difficoltà promossa contro al sistema Copernicano.

III.

III.

Mi fia permeſſo di riſchiarar la dottrina con un ſecondo eſempio. Contro all'infallibile propoſizione idroſtatica, che ogni corpo più grave in iſpecie dell'acqua immerſo in eſſa diſcende, e ſi porta al fondo, ſi ſuol opporre, che i ſali, comunque ſieno ſpecificamente più gravi, pure diſciolti nuotano ſoſpeſi, nè dalla gravità loro ſono abbaſſo precipitati. Difficile impreſa ſarebbe lo ſtabilire il preciſo meccaniſmo, di cui ad ottenere un tal fenomeno ſerviſi la Natura. Ma a chi non ha altro in animo, ſe non ſe di rimuovere l'obbiezione, potrà baſtare la ſeguente non inveriſimile ipoteſi.

Ponghiamo, che tra le particelle dell'acqua, le quali toccanſi, ſieno frapposti alcuni ſpazietti vacui, cui noi poſſiam dar il nome di cellule: ponghiamo di più, che le particole ſaline per la diſſoluzione ſieno a tal picciolezza condotte, onde ſi poſſano annicchiare nelle cellule, ſenza eſſer toccate dall'acqua ſuperiore, e la preſſion ſoſtenerne. Certa coſa è, che le dette particelle ſaline poſte dentro le cellule, ſebbene più gravi in iſpecie dell'acqua, non devono calar in giù; perchè non eſſendo gravate dall'acqua ſuperiore, operano colla ſola lor gravità, e vengono al contraſto colla gravità maggiore della colonna laterale del fluido. L'ipoteſi riceve maggior probabilità da due oſſervazioni; la prima ſi è, che l'acqua impregnata di ſali s'aumenta o nulla, o pochiſſimo di volume; la ſeconda, ch'eſſa è valevole a ſoſtenere una determinata copia di ſali, e non più. Amendue le oſſervazioni ſuddette altro non ſono, che conſeguenze ſchiettiſſime dell'ipoteſi; perchè ſe le particelle s'adaggiano nelle cellule, non ricreſce il volume, e riempiute che ſieno, il ſale di ſovra più è coſtretto a diſcendere.

IV.

Alla prima maniera di ben uſare le ipoteſi facciam ſuccedere la ſeconda. Talvolta ſi aſſume un ipoteſi a piacimento, che ſappiamo non eſſer vera, nè tampoco veriſimile. Non oſtante ciò ſiccome equivalente ſi adopera; imperciocchè mutandola ſul fatto, e ſurrogandone qualunque altra, non ſi diverſificano punto le deduzioni, e non ſi ſnerva il vigore del raziocinio. Abbiaſi ad indagare in che conſiſta la maraviglioſa energìa di certi liquori più riſentiti, e non viſcoſi, e tegnenti, come l'acqua, ed altri parecchi, per cui poſti eſſi in un vaſe, ne premono in ogni ſito le pareti, ed il fondo con tanta forza, come ſe in ciaſcuna ſtilla foſſe raccolto tutto il peſo d'una colonna di gocciole uguali l'una ſovra l'altra a piombo addoſſate, e prolungata fino alla ſuperiore eſtrema ſuperficie del fluido. In oltre aperto nella ſponda uno ſpillo, eſce l'acqua per la direzione normale alla toccante del vaſo con impeto, e ſpirito, e con celerità appropiata alla menzionata altezza, e tale, che ſi ſarebbe acquiſtata in cadendo dalla medeſima ſublimità. In queſta ricerca, poſte in non cale le varie opinio-

nioni de' Fisici concernenti la fluidità, si badi soltanto al fenomeno. Una goccia in particolare, che alla superficie interiore del ricetto si appoggia, trovasi in istato di quiete, almeno relativamente al moto, che le si debbe comunicare. Appena dischiuso il foro, spiccia essa fuori coll'assegnata velocità terminale, che successivamente le viene impressa, ed aumentata, non operando mai la Natura di salto, sinattantochè per tutti gli intermezzi giugne ad un grado determinato. Fa d'uopo dunque, che la detta stilla venga stimolata, ed accelerata da una forza morta costante, che l'accompagni, e nell'atto di uscire dal vaso non l'abbandoni, cioè per tutto il piccolissimo spazio eguale alla sua grossezza. Compiuto l'effetto, all' azione delle particelle, che la circondano, e da tutti i lati con pari impressione la stringono, ella più non soggiace. Ora se io per investigarne il modo, ed il meccanismo, e per agevolarne la dimostrazione, fingerò, che ogni elemento acqueo sia di figura sferica, ed uguale di mole, e di densità, porrò una ipotesi falsissima in tutti e tre i presupposti, ma che alla vera da vicino si accosta, e nelle conseguenze con essa si confonde per una specie di adequazione.

V.

Anche nelle scienze più rigorose giovano tal fiata le posizioni false, e se ne anno degli esempj specialmente nell'Aritmetica. A nostro proposito venga in campo la trita formola del Galileo concernente le forze costanti applicate ad un mobile, cioè $2fs = mu^2$. La lettera f dinota la forza motrice, la quale misurandosi, conforme ho detto, dall' altezza superiore del fluido sostentato nel ricettacolo, rispetto alla goccia mossa, ed al conato, ch'esercita, persiste adequatamente invariata, e può far figura di unità. Per la specie s si esprime lo spazio corso dalla stilla nello sbucare dal vase, ed uscire all'aere aperto: il quale spazio s'agguaglia alla dimension della gocciola, che siccome asse ora maggiore, ed ora minore, determina la direzione del moto. Le altre due m, ed u espongono la massa dell' elemento, e la terminale velocità. Quinci essendo $\frac{s}{m}$ ad u^2 in data ragione, la detta celerità sta in proporzione composta, diretta dimidiata dello spazio, ed inversa altresì dimidiata della massa. Per la qual cosa se ogni particola del fluido alla stessa pressione sottoposta dee sortire dalla vasca con pari celerità; fa di mestieri, che gli assi delle gocciole riguardino le respettive masse con proporzione costante. Ciò si verifica nella ipotesi assunta, che i liquidi si compongano di menomissime sferette uguali, e dense ugualmente, nascendo di conseguenza, che i diametri, o gli spazj trascorsi sieno fra essi, come altresì le masse in ragione di egualità. Niuno si persuaderà mai, che la Natura s'abbia addossato un tale impaccio, ed i fenomèni apertamente vi ripugnano. Le particelle dunque di qualsivoglia fluido spiritoso si scaricherebbono dai ricettacoli con differenti velocità, tolta la norma, e la misura delle masse più rare, e più dense, dalle grossezze giusto

giusto la direzione del moto, e dalla irregolarità delle figure; mentre però potessero ad una ad una spicciare. Ma perchè dagli spilli aperti sgorgando a frotta s'incalzano, e si affollano; ne segue, che in tal guisa scambievolmente si accelerano, e si ritardano, ed in una vena continovata, e regolare conformansi: laonde fatta la debita compensazione, acquistano una velocità media, ed adequatamente pari a quella, che alle menzionate omogenee sferette si converrebbe. Ed ecco sottentrato il finto in luogo del vero, senza pregiudizio delle illazioni, che se ne deducono.

VI.

Alcuni pochi sono stati d'avviso, che la somiglianza delle particole elementari, che nel precedente esempio abbiamo supposta, non solamente nell'acqua, ma ancora negli altri misti, ipotesi non sia, ma verità da sicurissime osservazioni manifestata. Ho letto, che il celebre Leuvvenoek co'suoi acutissimi microscopj era giunto a tale di vedere tutti di figura rotondata i menomissimi corpicciuoli, di cui si compongono i misti. Niuno si darà a credere, che l'occhio armato possa mai pervenire a discernere l'ultima divisione della materia, e perciò non vorrei, che si prendesse il relativo per assoluto, e per una fisica verità un inganno ottico. Per quanto sieno fini gl'instrumenti, le più minime particole, che per loro mezzo ci si rendon visibili, appajono confuse, e mal contornate, e ci si mostrano sotto una figura regolare, che non è la loro propria: in quella guisa appunto, che certi obbietti più grandi mirati in lontananza compariscono sotto un altro aspetto, e così una torre quadrata ci si affaccia siccome rotonda, essendo i primi a sottrarsi alla nostra vista gli angoli, e le altre inegualità. I microscopj accostano quegli oggetti, che per essere minutissimi rispetto il vigore del nostro sensorio, sono in certo modo collocati ad una indefinita distanza, e se non affatto invisibili, almeno non discernevoli: ma che tali non deggiono riputarsi relativamente agli occhi di certi piccolissimi entomati, i quali avendo a vivere, a crescere, a propagare la loro specie, è fuor d'ogni dubbio, che veggono le cose ad essi proporzionate nella stessa guisa, che noi veggiamo quelle, che sono alla nostra portata, cioè relativamente grandi e picciole, aspre e liscie, rotonde ed angolari. E se con l'ajuto de' vetri certi menomi copuscoli ci si presentano di figura sferica, e regolare; segno è, che nella maggior parte di essi svaniscono gli angoli, e le scabrosità, e conseguentemente si mirano mal distinti, e sotto una forma diversa da quella, che loro in fatto compete.

Per la qual cosa io accorderei di buon grado la domanda, che fanno gli Epicurei, i Cartesiani, e quasi tutti i Filosofi ipotetici, che venga loro concesso, che i minimi elementi, onde si formano i corpi, non si reputino della stessa grandezza, nè della figura medesima. Sono internamente persuaso, che la Natura non s'abbia presa la pena di lavorare tutte su un tornio le particelle elementari, e penso altresì, che messa in opra questa ricercata regolarità, mal si ottenessero i fini, ch' ella nelle sue strutture, e nel suo meccanismo s'avea proposti.

VII.

VII.

Ritorniamo in ſentiero. Non ſi dee dare un perpetuo bando dalla Fiſica a quelle ipoteſi, colle quali ſi procura di dare ſpiegazione a un qualche fenomeno, ſervendoci delle cauſe, per altri fenomeni conoſciute, non ſpacciandole per vere, ma proponendole come ſemplici conghietture da eſſere ſottopoſte ad un rigoroſo eſame, con iſperanza di renderci certi della loro verità, o falſità per mezzo di fondati diſcorſi, e di ſenſate ſperienze. Non è credibile, quanto per queſta ſtrada ſiaſi arricchita la Fiſica, perchè ſebbene la maſſima parte di cotai conghietture ſieno ſtate in progreſſo ripudiate ſiccome falſe; pure non poche tratte collo ſtudio ſuor d'ogni dubbietà, ſono paſſate ad eſſere reſe certiſſime.

Accortoſi il Dottiſſimo Torricelli della ſoſpenſion del mercurio dentro que' tubi, ove prima il vacuo eraſi procurato, ſoſpettò, che il fenomeno dipendeſſe dal peſo dell'aria, con cui la gravità del mercurio s'equilibraſſe. Propoſe modeſtamente cotal ſoſpetto per modo di ſemplice conghiettura: ma non andò guari, ch'eſſa per opera de' Matematici Italiani, e Franceſi al ſommo grado di certezza ſece paſſaggio. Ma non tutte le conghietture, come che vere, godono la ſortuna di eſſer tratte in così breve tempo ſuori di dubbio. Ve ne ha, che rimangono incerte per qualche età. Talvolta una poſteriore inaſpettata ſperienza riſchiara ciò, che per l'addietro era oſcuro, e ci ſa vedere, che ci eravamo bene appoſti: lo che non interviene ſe non ſe di rado, e nelle più ſemplici potizioni. Aſſerì Democrito eſſere la via lattea un aggregato di minutiſſime ſtelle fiſſe, e fra loro vicine. Queſta opinione ebbe corſo in via di mera ipoteſi circa venti ſecoli impugnata dagli altri Filoſofanti, i quali ſi credettero di ſoddisfare per varie ſtrade alla celeſte apparenza. Il cannocchiale Galileano ha ſedato i contraſti, e ci ha meſſo anzi gli occhi la vera ragione del curioſo ſpettacolo dal menzionato antichisſimo Fiſico indovinata.

Inteſo l'Ingleſe Signore Bradlei a render ragione dell'abberrazione delle ſtelle fiſſe coll' unir inſieme le due ipoteſi del moto della Terra per l'orbe annuo, e della propagazione della luce nel tempo aſſegnato dal Romer, toccò talmente il punto che l'inſigne Aſtronomo Euſtachio Manfredi, confrontata la teorica con replicate diligentiſſime oſſervazioni, ci laſciò una ſincera teſtimonianza del perfettiſſimo accordo: caſo in vero ſingolare, e del rapportato di Democrito aſſai più mirabile. Lo ſpiegamento ipotetico, che così puntualmente al cielo riſponde, ad abbracciarlo c' invita, e quaſi ci coſtrigne: ſebbene qualche ſcrupolo mi reſta intorno l' applicazione del principio meccanico, ſu cui eſſendo io ſtato obbligato di mettere il mio parere in iſcritto, ho procurato di ridurlo a dovere, ſenza però coſtituirmi mallevadore della buona riuſcita. In sì fatti incontri, ne' quali ha luogo l'induſtria, e molto più la ſortuna biſogna andar ritenuti, ed aſpettare, che il tempo, gli eſperimenti, e le novelle ſcoperte maturino le noſtre cogitazioni, fondate bensì ſu qualche bella apparenza, ma che nè in forza

di

di discorso, nè di metodo arrivano ad acquistar polso di esatte dimostrazioni.

VIII.

Se i Filosofi fossero stati paghi di far uso delle ipotesi colle cautele spiegate, si possederebbe al presente una Fisica più perfetta. Ma una buona parte lasciando il corso libero alle loro immaginazioni, anno sostituito al vero modo di operare della Natura una scienza capriccioſa, ed insussistente. Sinattantochè mi si dice, che la Natura non ha lavorate tutte su un tornio le particole elementari, io non ho che ridire: ma chi ha rivelato al Cartesio, che i pori della calamita sono fatti a spira, e che della medesima struttura sono gli effluſſi, i quali perpetuamente circolano, insinuandosi per un polo, ed uscendo per l'opposto? Alcuni Fisici alle predette chiocciole anno surrogati i peli rigidi sotto un dato angolo ripiegati, che agli atomi magnetici per un verso vietino l'ingresso, e per l'altro il permettano. Non la finirei mai, se ad una ad una annoverassi le fantasie propostici dai Filosofi ipotetici, senza mai venir a capo di darci una netta, e sincera esplicazione degli stupendi effetti della calamita.

Appresso non contento taluno, che le minime particelle, onde si formano i misti, si diversifichino soltanto nella mole, e nella figura; aggiugnendo posizione a posizione professa, che per salvar le apparenze, faccia d'uopo di metterle onninamente varie nella sostanza; a tal che gli atomi dell'oro, dell'acqua, dell'aria non mutino mai natura, non diventino elementi d'un differente composto, ed altro non possano mai essere, che semi d'oro, d'acqua, d'aere, e così vadasi discorrendo. La Omeomeria di Anassagora era stata esiliata dalla Fisica meccanica: ma presentemente ristorata da un celebre Scrittore Francese con alquante limitazioni, torna a rinascere, ma non so se avrà la buona sorte di guari sussistere, e di propagarsi. Comunque la cosa stia, dico, che non può certamente accettarsi per un postulato, e che siccome un teorema, ed anco de' più ardui, dee dimostrarsi. Sebbene mi somministrano un forte indicio in contrario la inerzia, e la gravità, che in tutti i corpi senza eccettuazione sono proporzionali alla quantità della materia.

IX.

L'ipotesi addotte in esempio non sono le più irragionevoli. Per altro spesse volte i Filosofi ipotetici mescono insieme talmente le figure, le grandezze, i movimenti, le forze, che non potendo il corto nostro intelletto tener dietro a così intricati inviluppi, deve per fin dubitare, se in essi racchiudasi il carattere della possibilità. Sebbene talvolta è difficile il trovar raziocinio, che conduca le ipotesi ad un assurdo o fisico, o metafisico; nonostante s'ottiene pur qualche fiata di rinvenirlo, e di gittar a terra per questo mezzo la fabbrica. Si rivolga l'occhio alla decantata ipotesi de' vortici, colla quale, lasciati da parte altri fenomeni, anno procurato di manifestar la

cagione della gravità. Di questa hò parlato nel capitolo degli sperimenti per ciò che concerne le sperienze istituite per confermarla, o distruggerla. Al presente metterò in vista quegli assurdi, che in varj suoi stati l'anno mostrata impossibile. Per parecchi anni s'è mantenuta in riputazione tal quale è stata dal Cartesio suo Autore la prima volta prodotta. Un assurdo tra gli altri col tempo s'è discoperto, cioè che i corpi gravi avrebbero a portarsi non al centro terrestre, ma a quello de' circoli paralleli. Conciossiachè la direzione della forza centrifuga, ch'è sempre normale alla curva descritta, non può essere posta fuori del piano de' circoli paralleli: ma la gravità nasce dalla differenza, che passa tra le forze centrifughe della materia sottile, e de' corpi; dunque la direzion della gravità è nel medesimo piano, ed è diretta al centro de' circoli paralleli.

Così fatto potentissimo assurdo obbligò l'ingegnoso Cristiano Ughenio a riformare l'ipotesi, e per dirigere i gravi al centro terrestre s'immaginò, che la materia eterea si movesse da ogni parte pei circoli massimi della sfera. Il precedente assurdo è senza dubbio levato; ma un altro, e forse più considerabile se ne introduce nel principio, essendo chiaramente impossibile, che la stessa materia viaggi per tutte le direzioni. Per la qual cosa acconciamente disse il Bulfingero, che l'ipotesi del Cartesio incominciava bene, e finiva male, all'opposito quella dell'Ughenio incominciava male, e finiva bene.

Meno sospetta potea sembrar la riforma introdotta dal nominato Sig. Bulfingero. Egli non suppose se non due movimenti, l'uno, che si compie intorno all'asse terrestre, l'altro intorno ad un diametro dell'equatore. Ciò non ostante l'ipotesi non regge; perciocchè il chiarissimo P. Ruggiero Boscovik versando in questa materia ha geometricamente dimostrato, che in vigor de' due moti presupposti non si descrive un circolo massimo della sfera, ma una curva di doppia curvatura, la cui projezione è una curva algebraica del sesto grado. Quindi dovendo discendere il mobile pel raggio osculatore della curva descritta, la sua direzione non passa quel centro terrestre.

X.

Ma benchè ci riuscisse in qualche incontro di mostrare il carattere della possibilità nell' ipotesi fabbricate; pure sarebbe ancor da cercarsi, se in esse contengasi il vero meccanismo della Natura. In prova di ciò vuol recarsi la seguente similitudine. Ci capiti alle mani un oriuolo di novella pellegrina invenzione, fornito di particolarità non più vedute, e d'usi non più praticati: ed un bravo operajo, cui si vieta di esaminarne la interna struttura, si metta al punto di fabbricarne un somigliante, e dopo lunghe meditazioni ne venga a capo. Egli è vero, che l'artefice ha sciolto il problema. Ma chi dirà mai aver lui incontrata quella stessa disposizione, e combinamento di ruote, di perni, e d'altri ordigni, che stanno celati nell'orologio primamente inventato? Coloro, i quali si compiacciono di cotal foggia di discorrere, giocano sempre ad indovinare, ed è colpo di mera fortuna, se talora colgon nel segno. Avvegnadiochè le ipotesi si negano colla stessa franchez-

chezza, per cui si affermano, e non essendoci argomento convincente, che non possano fingersene delle migliori, ed egualmente corrispondenti ai fenomeni; egli è manifesto, che siamo sempre da capo, e che non fanno altra comparsa, salvo che di conghietture ingegnose, ma dubbie, ed incerte. S' aggiunga, che potendosi immaginare infinite maniere per ispiegare un fenomeno, picciola assai, e presso che infinitesima sarà la probabilità di prescieglier quella, di cui realmente la Natura si serve.

XI.

E questo lo dobbiamo affermare ancor dell' ipotesi più semplici, quantunque sieno fortificate con una non oscura analogia. La refrazion della luce me ne porge un bell'esempio, che a poco a poco verrò rischiarando, prendendo le mosse dall'analogia. Sia il solido qualunque ABC (Fig. 23.), il quale cammini con velocità equabile giusto la direzione DEF, che passa per il centro di gravità, e dietro la strada urti in un fluido penetrabile, la cui superfizie piana sia AG. Tre casi diversi cadono sotto la presente ispezione: conciossiachè il corpo predetto ABC nell'atto d'immergersi (prescindendo io a bello studio dai ribalzi, e da qualche altra circostanza) può soffrire maggior resistenza cagionata dalla reazione del mezzo nella parte sinistra AHI, che prima si attuffa, nel tempo stesso, che la destra BHIC viaggiando tuttavia per lo vano, non soggiace a contrasto di sorta. Per la qual cosa ritardata successivamente la celerità in prima dalla banda inferiore AHI, indi passo passo dalla superiore ABCI, fino alla totale immersione, ed a misura che il moto del solido vassi alla massa liquida in parte comunicando, ne segue necessariamente, che l'asse del movimento DIF dee cangiare di posizione, e rivolgersi in maniera, che il punto D si dilunghi, ed il punto F si accosti a poco a poco alla perpendicolare AK. Accaderà dunque, che dopo l'intero attuffamento, contemprandosi le resistenze, e cessando il giramento, viaggerà il mobile per una novella direzione, a cagion d'esempio EL, declinante verso la normale AK.

In questo mentre può intervenire tutto al rovescio; conciossiachè il prisma BCA (Fig. 24.) cammini giusto la direzione DEF, la quale colla superfizie del fluido formi dal lato sinistro, come nell'altro caso, l'angolo acuto DEG; egli è manifesto, che dal punto A principiando il contrasto, ed opponendosi le resistenze primieramente alla porzione destra ABHI, e poscia alla sinistra CFH, la retta DEF direttiva del movimento si torcerà a mano destra, e seguita l'immersione, procederà per una via nuova segnata EL, che si discosta dalla perpendicolare. Ora fra gli esposti due casi contrarj un terzo ci stà di mezzo, qualunque volta il mobile si trova in circostanza tale, che le due parti divise dall'asse del moto, urtando nel fluido incontrino un pari intoppo. In questo supposto il solido riterrà la sua primiera direzione; imperciocchè il canone della perfetta indifferenza non consente, ch'esso da un canto, piuttosto che dall'altro si pieghi. E niente importa, che sotto qualunque angolo o retto, ovvero acuto, ed ot-

tuſo tenti il corpo ſodo di aprirſi la ſtrada a traverſo del mezzo; avvegnadiochè data la direzione DEF, è facile ad un Geometra il determinare le figure dei corpi o piccioli, o grandi, onde con eſse ai tre caſi teſtè eſpoſti ſi ſoddisfaccia. Aggiungo, che nei ſolidi irregolari ha luogo talvolta una ſpezie di titubazione, potendo ſuccedere, che la reſiſtenza del fluido cominci dal lato manco, indi diventi maggiore dalla banda deſtra, atteſo la irregolarità della figura; a tal che l'aſſe DEF pieghi da prima verſo la perpendicolare, e da poi ſi giri al contrario, oſcillando a guiſa d'un pendolo, per fino a tanto che compiuta l'attuffazione, il moto continui per quella retta, che dall' aggregato de' contraſti viene finalmente determinata.

XII.

Premeſso ciò, m' inoltro ad indagare, ſe per avventura la dottrina per analogia alle refrazioni del lume applicar ſi poſſa. Diamo una ſcorſa ai ſenomeni. I corpi o duri, o fluidi, che penetrati dalla luce chiamanſi diafani, ne modificano l'azione, e ad eſsa ſi oppongono in ragione compoſta della lor maſſa, e della loro tenacità, diverſificando le proporzioni coſtanti fra i ſeni degli angoli incidente, e refratto, conforme è noto ai Diottrici. Appreſſo delle particole luminoſe componenti un raggio, che per mezzo traſparente s'apre il paſsaggio, alcune ſi riflettono, altre ſeguitano il cammino giuſto la lor direzione ſenza deviare: ma il maggior numero ſi ripiega, ed alla normale ſi accoſta, ſoggiacendo però ad una ſpezie di anomalia, mentre cioè il raggio incidente, che come una linea retta, o come un ſottiliſſimo filo cilindrico ſi conſidera, nell'atto di refrangerſi in raggi innumerabili ſi diſsipa, e ſi diſperge, ed in un cono conformaſi, la di cui punta ſta nella ſuperficie del mezzo refringente. Queſto diſsipamento del lume, che abberrazione, o diſrazione ſi noma, avvertito dal celebre Geſuita Grimaldi, e poi coltivato dal Cavalier Newton, è ſecondo in conſeguenze, derivando da eſſo l'origine de' colori priſmatici. Chiederà per aventura taluno, ſe oltre i raggi refleſsi, ed i refratti o regolarmente, o irregolarmente, e quelli, che dal diritto cammino non ſi torcono, ce ne ſiano degli altri, che per un viaggio contrario ſi ripieghino al roveſcio, e ſi dilunghino dalla perpendicolare. Io confeſso, che ſu queſto punto non ho ſperienza, che mi tolga ogni dubbietà, e ſoſpendendo il giudizio dico, che ſe alcuni lucidi corpicciuoli, conforme è credibile, in tal guiſa deviano, eſſi ſono molto rari, e dal ſenſo della viſta mal ſi diſtinguono.

Sin quì la coſa ottimamente procede, e colle premeſſe rifleſsioni poſſiamo facilmente ſpiegare tutte le addotte apparenze, ſenza riſuggire ai principj oltre modo remoti delle attrazioni, o apertamente irragionevoli, in ſupponendo, che il corpo traſparente tanto meno reſiſta, quanto è più denſo, e tenace. Avvegnachè i raggi, nel patire la refrazione in paſſando da un mezzo tenue ad uno più conſiſtente, verſo la perpendicolare per la maggior parte s'inflettono, e nell'uſcire dal denſo al raro, proporziona-

tamente giuſto l'oppoſta direzione ſi piegano ; poſſiamo con veriſimiglianza inferire, che gli atomi luminoſi ſieno per lo più forniti di figure aſſai regolari, che alla sferica ſi accoſtano: ma nel tempo ſteſso convien dire, che non ſieno tutti ſtati meſſi dalla Natura ad un tornio, e che dalla irregolarità di moltiſſimi d'eſsi naſca, oltre l'angolo di diſpergimento, anche la proprietà di parecchie particelle lucide, che urtando obbliquamente nella ſuperfizie del diafano, per linea retta, ſenza torcerſi da un canto, o dall'altro, il loro viaggio continuano.

XIII.

A bella poſta ho recato un eſemplo fra tutti il più opportuno, ſiccome dedotto da una ſempliciſsima poſizione, la quale ſi appoggia ad una perfettiſſima analogia; ad unico oggetto di far toccar con mano, quanto poco abbiamo a fidarci delle ipoteſi anco più manifeſte, e più ragionevoli. E vaglia il vero, alcuni ſolidi traſparenti (atteſo che ne' fluidi non ſi è per anco ſcoperta la ſeguente mirabile proprietà) ci ammoniſcono, che la luce nell'aprirſi a traverſo d'eſſi il paſſaggio (e cotali ſono il criſtallo di monte, e ſpecialmente quello d'Islanda formato a ſtrati) a doppia ſorta di refrazione ſoggiace: una uſitata e comune, accompagnata dalle ſolite anomalie, di cui ho fatto parola: l'altra ſtraordinaria, ed inuſitata, che da leggi differentiſſime piglia norma, delle quali preſso l'Ughenio, ed il Newton abbiamo la notizia. Per la qual coſa oltre l'azione del lume, e la reazione del mezzo dipendente dalla maſſa, e dalla viſcoſità, oltre le varie figure, direzioni, e poſiture de' lucidi corpicciuoli, ne' diafani teſtè nominati ſi rinviene una certa ſconoſciuta particolarità, di cui non ſo render conto, per la quale ogni raggio nell'atto di penetrare i predetti ſolidi, in due principali ſi ſpezza, che procedendo per differenti ſtrade, producono una duplicata refrazione. E quì non ſi può ricorrere ai premeſſi principj per eſplicare il fenomeno, e chi lavorando una ipoteſi a fior d'ingegno tenterà di ſcoprirne il vero meccaniſmo, metterà fuori delle curioſe, e ſtrane immaginazioni: tanto è vero, che bene ſpeſſo la Natura aſſai più ſagace della noſtra mente ſi prende, per così dire, piacere di farci ſtare in due piedi, ſenza che ſappiamo da qual lato rivolgerci, per tener dietro alle ſtrade da lei battute.

XIV.

Un gran ſoſtegno delle ipoteſi per la maggior parte vacillanti ſarebbe il metodo della eſcluſione, ſe poteſse ſpeſso venire in ajuto, e con eſſe frequentemente accoppiarſi. Egli è d'uopo, ſtabilita prima la noſtra ſuppoſizione, intorno cui non abbiamo, ſe non ſe probabili indizj, andar in traccia di tutte le altre poſſibili, ſenza ommetterne alcuna, e poſcia eſcluderle ad una ad una con ragioni dimoſtrative; così che ſi venga a toccar

con

con mano, che la cosa non può essere altrimenti (a). Di ciò ragionerò in occasione più opportuna, ed in tanto io noto, che nella filosofica Storia mi si parano innanzi pochissimi esempj, ne' quali siasi adoperato con buon successo questo metodo del pari difficile, e pericoloso.

Fine del Tomo Secondo.

616069

(a) *In questo luogo promette di fare un capitolo a parte del metodo della esclusione, che sarebbe da lui stato illustrato con qualche esempio. Ma egli o non l'ha composto, o s' è smarrito, non essendosi ritrovato tra le sue Scritture.*

Digitized by Google

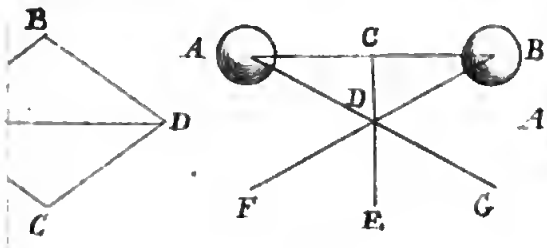


Fig. 2.

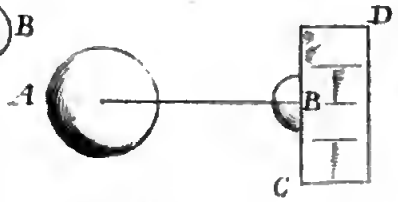


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5

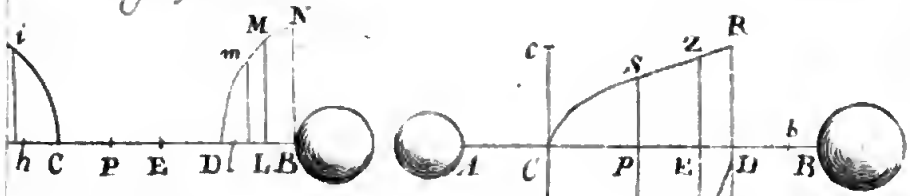


Fig. 6

Fig. 7.

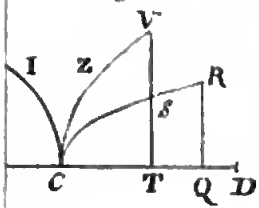
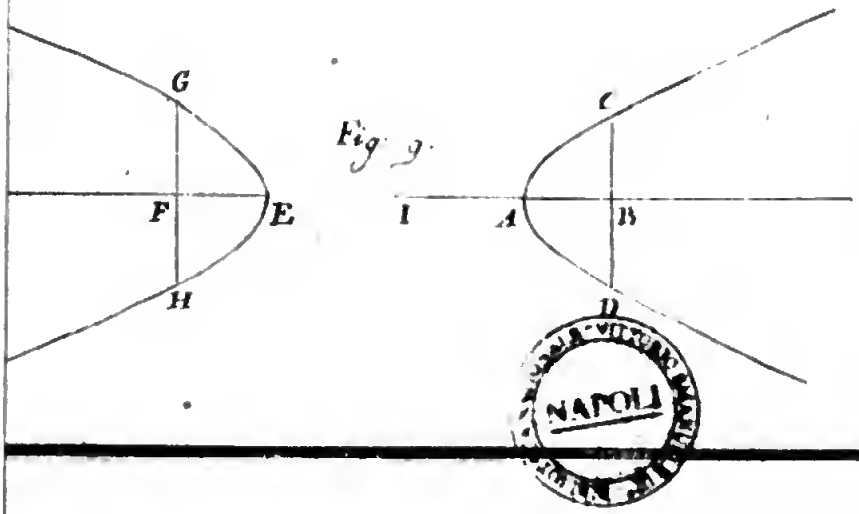
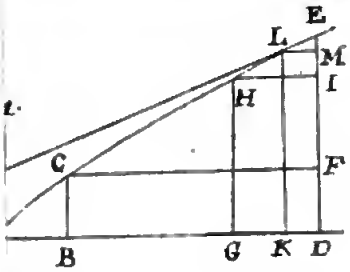


Fig. 8.



NAPOLI



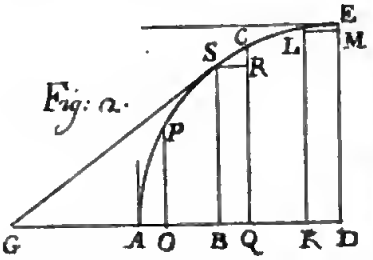
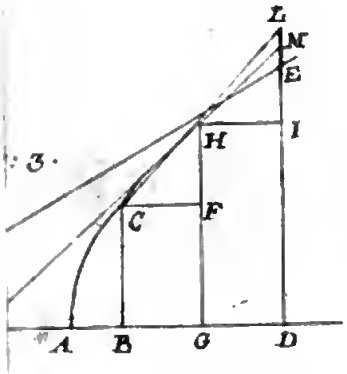


Fig: a.



: 3.

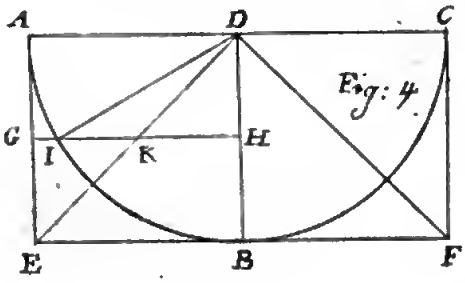


Fig: 4.

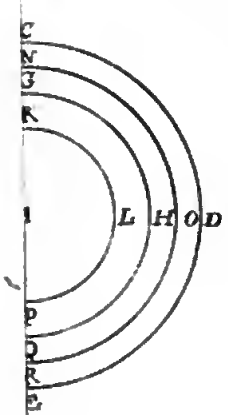


Fig: 6.

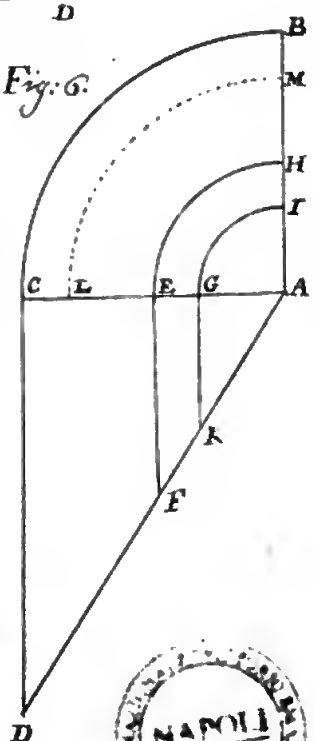
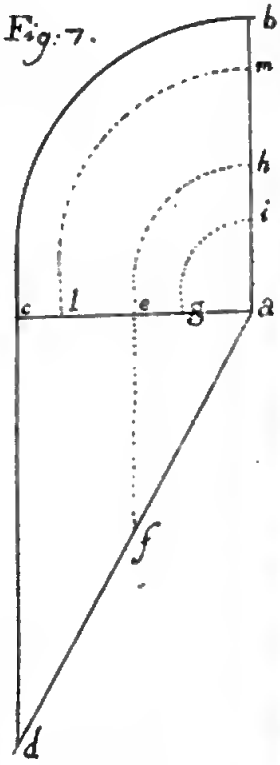


Fig: 7.



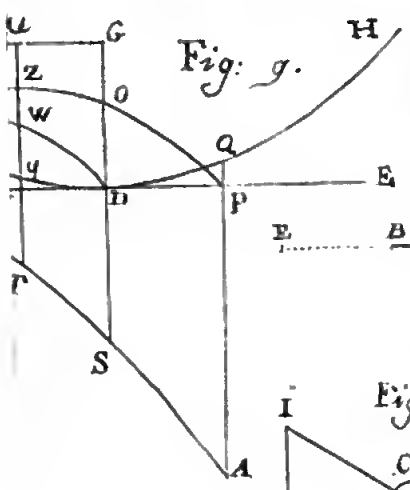


Fig: 9.

Fig: 10.

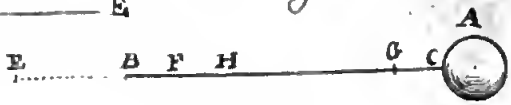


Fig: 11.

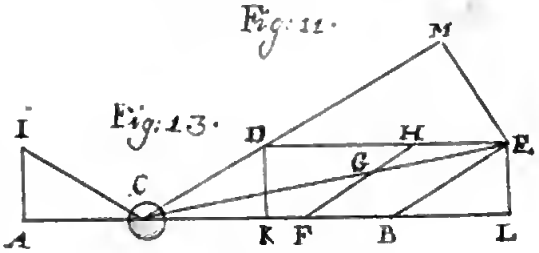


Fig: 13.

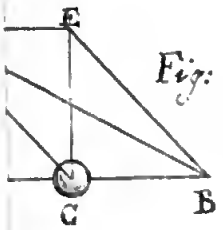


Fig: 14.

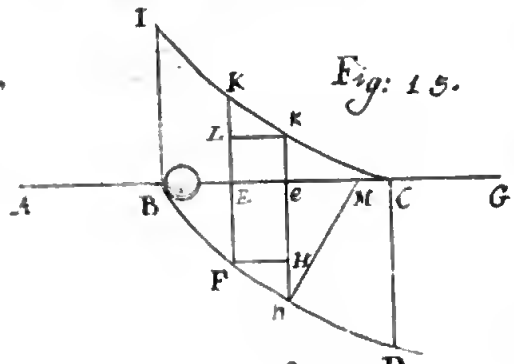
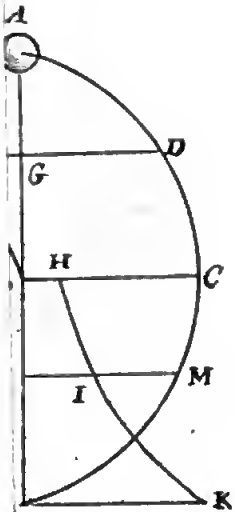


Fig: 15.



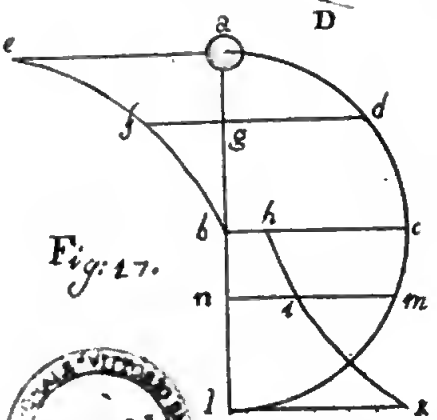


Fig: 17.

NAPOLI

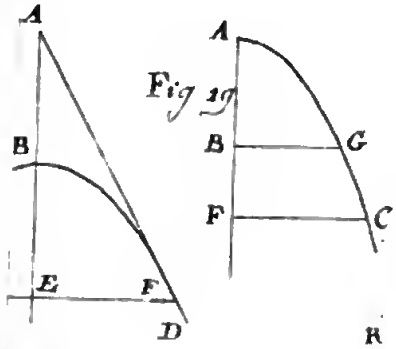


Fig. 19.

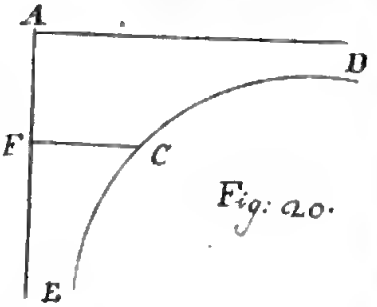


Fig. 20.

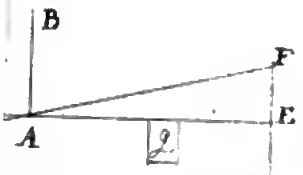


Fig. 21.

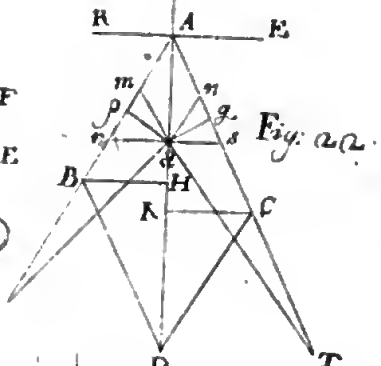


Fig. 22.

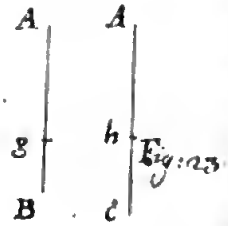


Fig. 23.

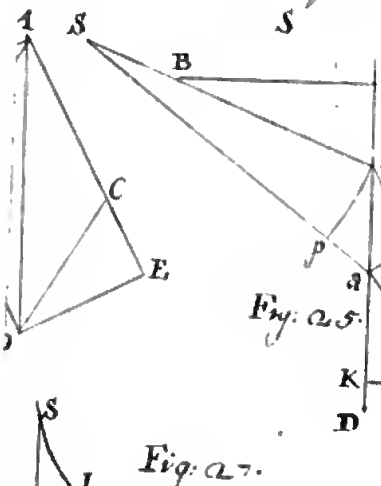


Fig. 25.

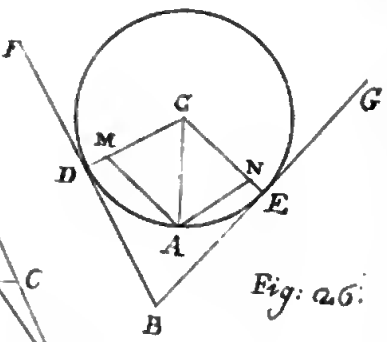


Fig. 26.

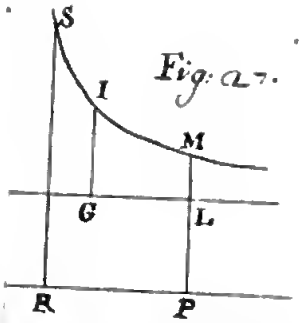


Fig. 27.

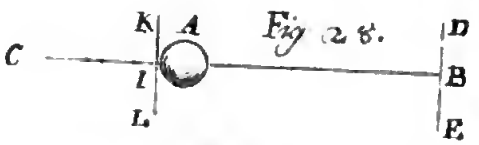


Fig. 28.

Digitized by Google

Fig. 29.

Fig. 30.

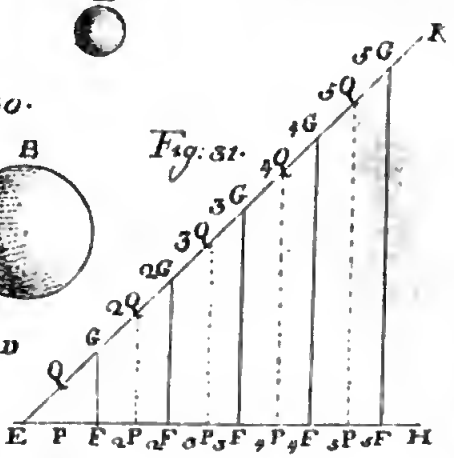


Fig. 31.

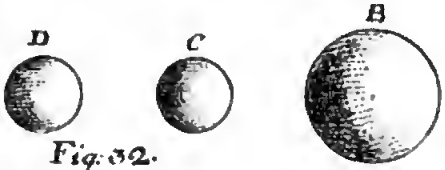
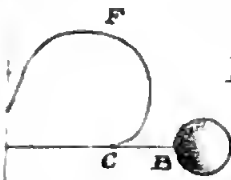


Fig. 32.

Fig. 33



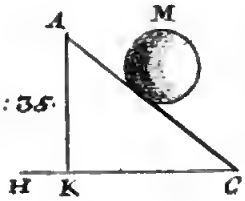


Fig. 35.

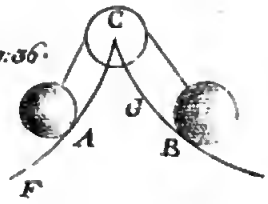
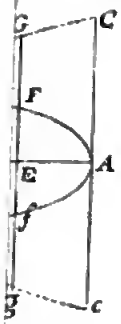


Fig. 36.



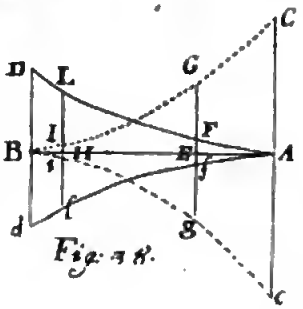


Fig. 38.

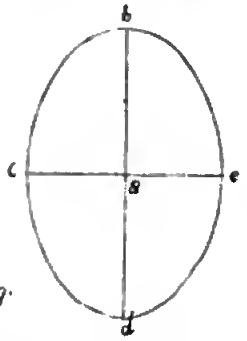
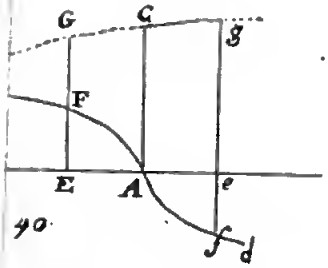


Fig. 39.



40.

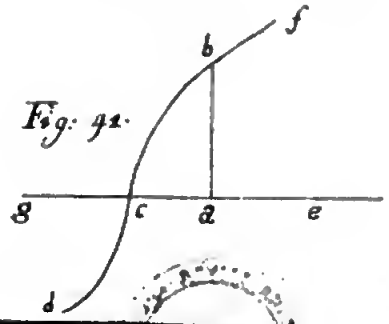
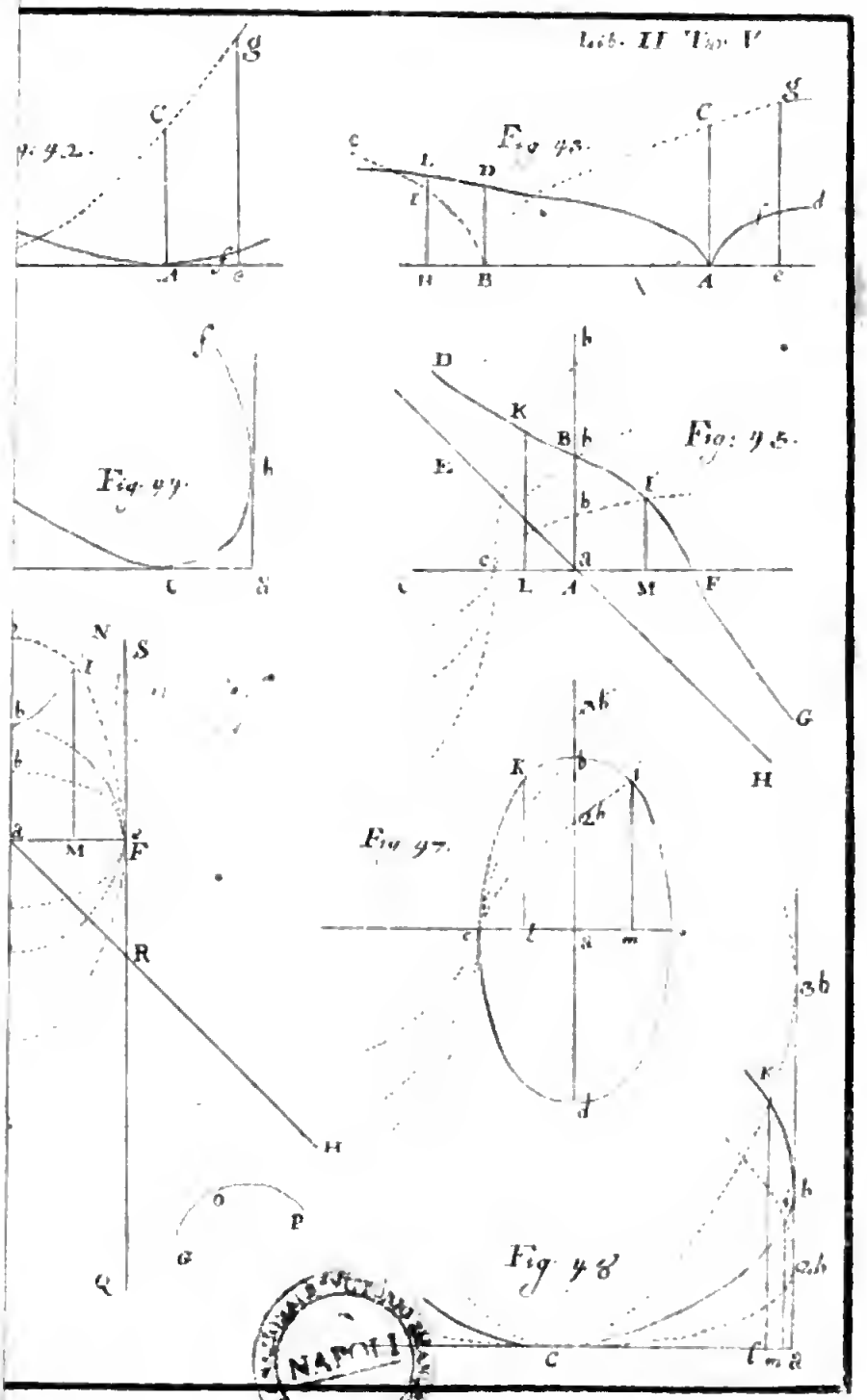
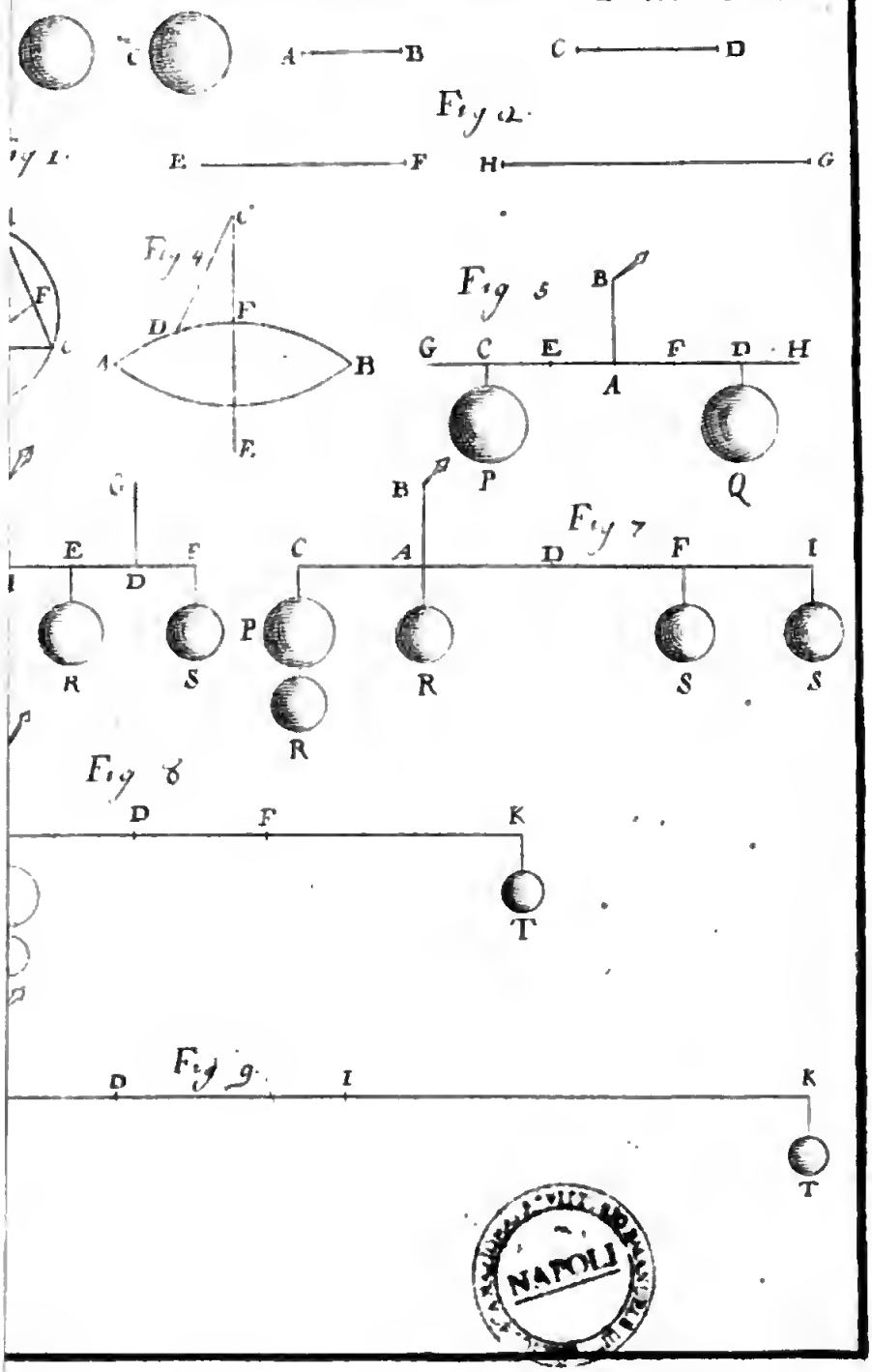


Fig. 41.

NAPOLI



NAPOLI


A
B
C
D
Fig 2.
Fig 1.
E
F
H
G
Fig 4.
Fig 5
B
G
C
E
F
D
H
A
P
Q
Fig 7
I
R
S
Fig 6
K
T
Fig 9.
NAPOLI

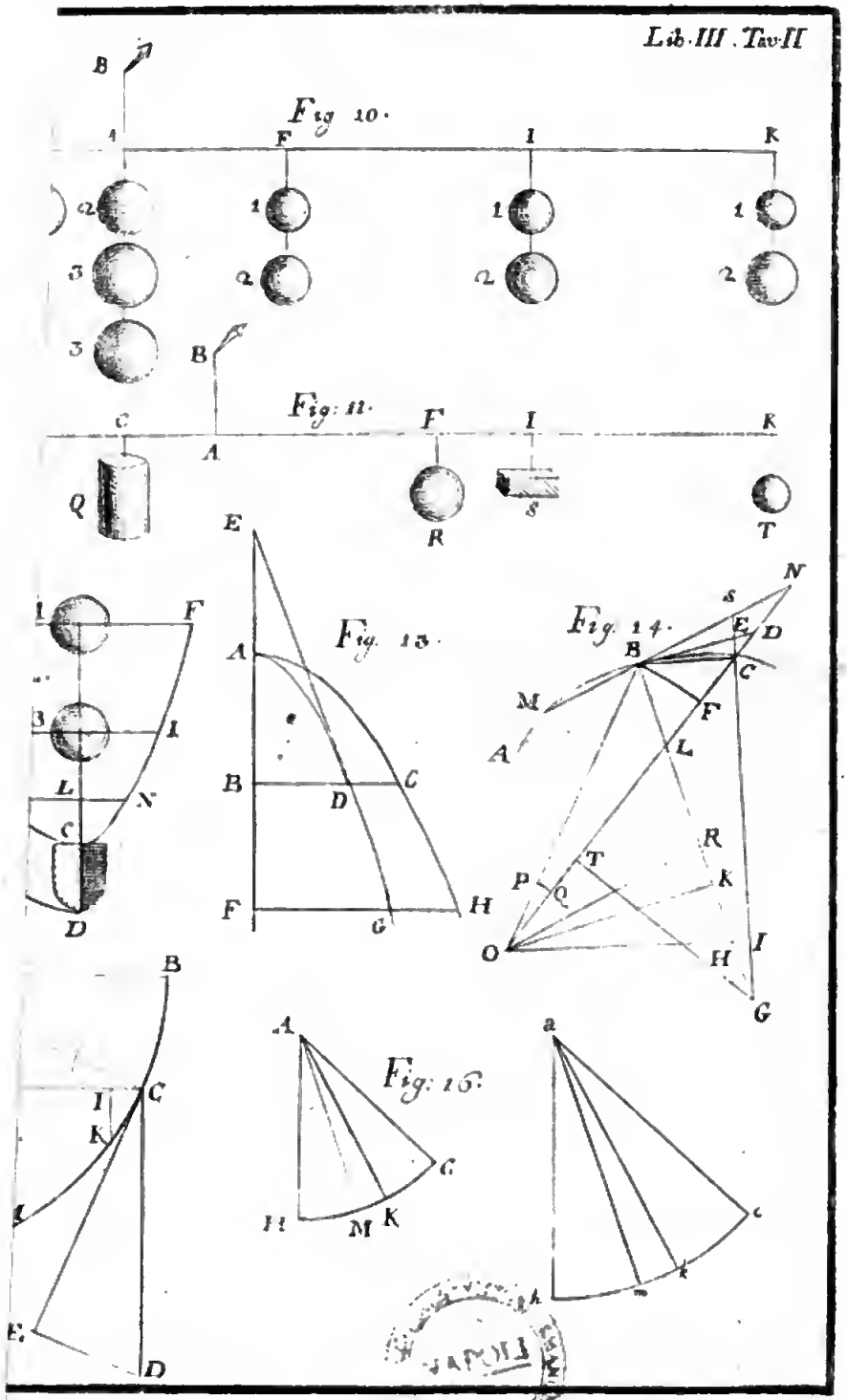
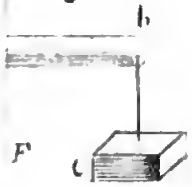


Fig 10.
B
A
F
I
K
Fig: 11.
C
A
F
I
K
Q
R
S
T
Fig. 13.
E
A
B
C
D
F
G
H
Fig. 14.
N
s
E
D
B
C
M
A
F
L
R
T
P
Q
K
O
H
I
G
Fig: 16.
A
G
H
M
K
a
c
k
m
h
B
I
C
K
E
D

Fig 17.



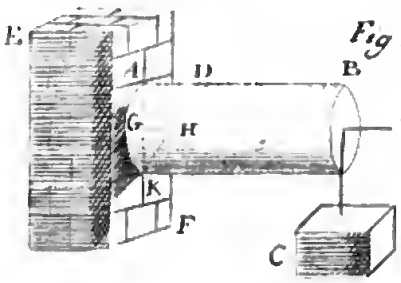


Fig 18.

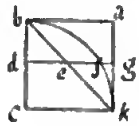
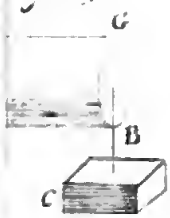


Fig 19.



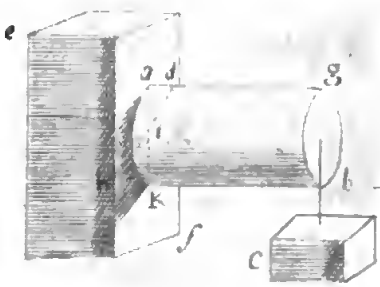


Fig 20

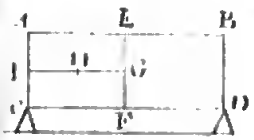


Fig 21.

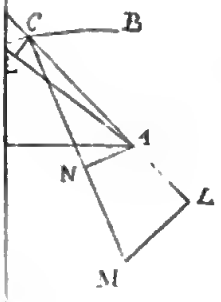


Fig 22.

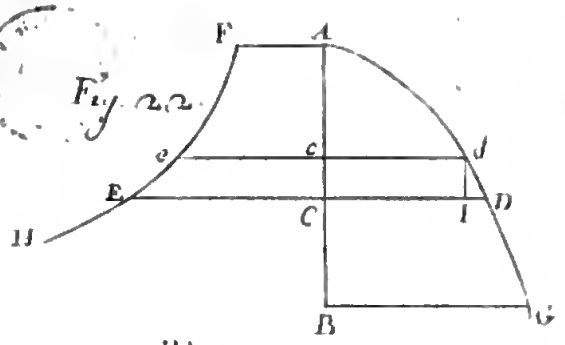
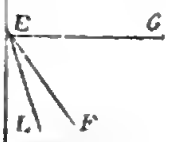


Fig 23.



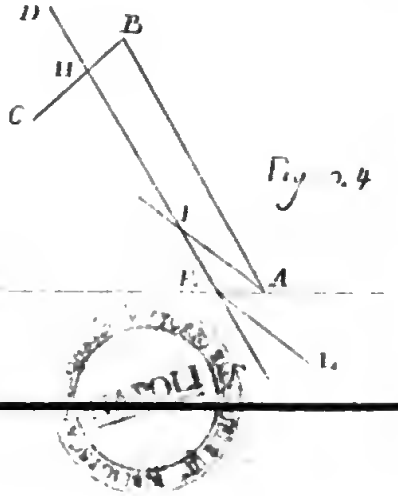


Fig 24.